

PENSUM I EMNE TGB 4220

**HMS
i tungindustrien**

Generell og bergteknisk del

**Utarbeidet av:
Prof. Tom Myran
11. april 2008**

Innholdsfortegnelse

Mureren og tønna	I
Innholdsfortegnelse	II
Innledning	V
Kapittel 1. Lovverket	1-1
1.1 HISTORIKK	1-1
1.1.1 Generelt	1-1
1.1.2 Verne- og miljøarbeid i bedriftene	1-2
1.2 INTERNKONTROLL	1-3
1.2.1 Formålet med internkontroll.....	1-3
1.2.2 Gjennomføring.....	1-3
Forskrift om sikkerhet, helse, og arbeidsmiljø ved bergarbeid	1-4
Forskrift for kullgruvene på Svalbard.....	1-5
1.3 Tilgang til regelverk for HMS	1-6
1.4 Tilsyn med regelverket	1-9
1.5 Et inkluderende arbeidsliv	1-9
Kapittel 2. Forurensning og Sikkerhet.....	2-1
2.1 FORURENSNING	2-1
2.2 RISIKO	2-2
2.1.1 Risikovurdering	2-3
2.1.2 Risikoreduserende tiltak	2-4
2.3 PERSONLIG VERNEUTSTYR.....	2-5
2.3.1 Virkeområder.....	2-5
2.4 PRODUKTMERKING	2-10
2.4.1 YL-merking (krav utgått pr 1.juli 2005.....	2-10
2.4.2 Merkeforskriftene	2-10
2.4.3 Godkjenning av arbeidsmiljøtiltak og produkter	2-12
Kapittel 3. Miljøbelastninger	3-1
3.1 ADMINISTRATIVE NORMER OG ANDRE GRENSEVERDIER.....	3-1
3.1.1 Grenseverdier	3-1
3.1.2 Takverdier	3-1
3.1.3 Samvirkende effekter/kombinasjonspåvirkning.....	3-2
3.1.4 Bruk av administrative normer	3-3
3.1.5 Andre grenseverdier, normer og retningslinjer	3-2
3.2 LUFTFORURENSNINGER.....	3-4
3.2.1 Støv.....	3-4
Eksempel – måling av støv i arbeidsatmosfære	3-12
3.2.2 Fiber	3-13
3.2.3 Oljetåke	3-16
3.2.4 Sot.....	3-16
3.2.5 PAH	3-17
3.2.6 Gasser	3-18
3.3 MILJØGIFTER.....	3-25

3.4 STØY OG VIBRASJON	3-27
3.4.1 Støy.....	3-27
3.4.2 Vibrasjon	3-32
3.4.3 Tiltak mot støy og vibrasjon.....	3-34
3.4.4 Måling av støy	3-36
3.5 STRÅLING.....	3-37
3.5.1 Ioniserende stråling	3-37
3.5.2 Ikke-ioniserende stråling (elektriske/magnetiske felt).....	3-39
3.5.3 Optisk stråling	3-41
3.6 YRKESBETINGEDE BELASTNINGSLIDELSER.....	3-42
3.6.1 Ergonomi	3-43
3.5.2 Psykososialt arbeidsmiljø	3-46
3.7 BELYSNING.....	3-47
3.8 LØSEMIDLER	3-48
3.9 SVEISERØYK.....	3-49
Kapittel 4. Innemiljø. Ventilasjon. Brannvern.....	4-1
4.1 INNEMILJØ	4-1
4.1.1 Krav til inneklima	
Noen reaksjoner på dårlig inneklima.....	4-2
4.1.2 Materialbruk	4-3
4.1.3 Renhold	4-4
4.1.4 Vedlikehold og ettersyn.....	4-4
4.2 VENTILASJONSDIMENSJONERING.....	4-4
4.2.1 Luftbehov	4-4
4.2.2 Luftveier	4-5
4.2.3 Trykkfall i kanaler	4-5
4.2.4 Beregning av vifter	4-6
4.2.5 Ventilasjonsskontroll	4-7
4.3 BRANNVERN.....	4-7
4.3.1 Forebyggende tiltak.....	4-7
4.3.2 Beredskap/opplæring.....	4-8

Til verneingeniøren

Jeg vil med dette svare på din forespørsel om nærmere opplysninger ang. pkt. 3 i min skademelding. Jeg oppgir dårlig planlegging som årsak til ulykken. Du sier i ditt brev at jeg bør forklare meg mer fullstendig og jeg håper derfor at følgende detaljer vil være mer tilstrekkelig.

Jeg er murer av yrke. På ulykkesdagen arbeidet jeg alene på taket av et 5 etasjes nybygg. Da jeg var ferdig med jobben, oppdaget jeg at jeg hadde 200 kg murstein til overs. I stedet for å bære ned steinen, bestemte jeg meg for å fire steinen ned i en tønne ved hjelp av en talje som var fast i bygningens 5. etasje.

Etter å ha sikret tauet på bakken, gikk jeg opp på taket, svingte ut tønna, og la steinen oppi. Så gikk jeg ned på bakken igjen og løsnet tauet, samtidig som jeg holdt godt fast for å sikre en sakte og pen nedfiring av 200 kg med stein. Som du vil se i pkt. 2 i min skademelding, veier jeg 60 kg.

På grunn av overraskelsen med å plutselig bli rykket opp i lufta, mistet jeg selvkontrollen og glemte å slippe tauet. Selvefølgelig fór jeg nokså fort opp langs veggen på bygget. I nærheten av 2. etasje møtte jeg tønna som var på tur ned i en like imponerende fart. Dette forklarer kranie-bruddet, de mindre skrammene og det brukne kragebeinet som er nevnt i skademeldingens del 3. Bare noe forsinket fortsatte jeg min hurtige oppstigning og stoppet ikke før 2 fingre på min høyre hånd satt fast i talja som nevnt i 2. avsnitt i dette brevet. Heldigvis hadde jeg på dette tidspunkt gjenvunnet min åndsfraværelse og klarte å holde fast i tauet til tross for den pinefulle smerten jeg begynte å kjenne.

Men tønna traff bakken omtrent samtidig og bunnen falt ut av tønna. Fri for vekten av murstein veide tønna nå ca. 20 kg. Jeg viser igjen til min vekt i 2. avsnitt. Som du sikkert kan forestille deg, startet jeg nå en hurtig nedstigning langs bygningen. I nærheten av 2. etasje møtte jeg tønna som var på vei opp. Dette forklarer de to ankelbruddene, den brukne tanna og de alvorlige riftene på beina og underkroppen.

Her begynte lykken å snu seg noe. Sammenstøtet med tønna så ut til å ha sinket meg såpass at dette begrenset skadene da jeg falt opp i haugen med murstein, og heldigvis kun brakk tre ryggvirvler. Dessverre må jeg rapportere at da jeg lå der i smerte på mursteinshaugen ute av stand til å bevege meg, ble jeg igjen åndsfraværende og slapp tauet, med den følge at tønna igjen kom nedover i stor fart og traff meg i mursteinshaugen over brystet med det resultat at 10 ribbein brakk, nesa brakk og kjevebeinet ble trykt inn, som nevnt i skademeldingens del 4.

Etter denne ulykken har jeg gått 90% invalid.

*Sveinung Olsen
Tidligere murer*

Tidligere var røyk fra skorsteinspiper, industristøy og store byggeplasser et tegn på velstand og oppgangstider. Det betydde at folk hadde arbeid og sikker inntekt. Folk så på industrien som kun et gode som førte til flere arbeidsplasser og økt produksjon. De som fikk jobb fikk større kjøpekraft og høyere levestandard. Dette var spesielt viktig i etterkrigstida da folk følte behovet ekstra sterkt. Medaljens bakside ble ikke synlig før senere. Da kom det fram at industrien slapp ut giftige stoffer, væsker og gasser som skadet folk og naturen. Det ble også mer kjent hva som var skadelig for folk som jobbet i fabrikkene og andre bedrifter.

Men virkninger av forurensninger og da særlig arbeidsmiljøskader var egentlig tidlig kjent. Allerede i papyrusskrifter er det beskrevet slit og sykdom knyttet til ulike håndverk. Den yrkesmedisinske forskning begynte derimot ikke før omkring 1500-tallet med blant annet et verk av Agricola: "De Re Metallica" som ble utgitt i 1556. I det beskrev han en dødelig lungesykdom som rammet arbeiderne i gruvene Schneeberg og Joachimstal i grensefjellene mellom Tsjekkia og Slovakia. Sykdommen rammet opptil 70 % av de som arbeidet i gruvene. Det ble drevet på en sølvforekomst med betydelige innslag av radioaktive mineraler og arsenmineraler med sannsynligvis store mengder radongass i lufta. Opprinnelig trodde man at denne "bergsyken" skyldtes metallisk støv, men den ble senere diagnostisert til å være primær lungekreft knyttet til eksponeringen av radon og radondøtre. I "De Re Metallica" står nevnt at kvinner i det spesielle gruveområde i Karpatene ble gift opptil 7 ganger fordi deres gruvearbeidende ektemenn døde av bergsyken. Til beskyttelse mot det farlig støvet anbefalte Agricola bruk av ventilasjonsmaskiner for å rense luften og tildekning av arbeidernes ansikter med et løstsittende slør. I dag vet vi at "et løstsittende slør" ikke er nok hverken mot støv eller radon, men Agricola var inne på noe vesentlig når han anbefalte bruk av "ventilasjonsmaskiner". Faktisk er god ventilasjon et av de aller viktigste hjelpemidler til å bekjempe dårlig inneklimate, støv, gass og radon.

I vårt århundre har det vært forsket på årsaker til yrkessykdommer og hva som kan gjøres for å få bukt med dem. Men det har ikke vært så lett å få gjennomslag for forandringer som må til for å forbedre arbeidsmiljøet. Forandringer koster penger, og arbeidsledere og bedriftseiere har hatt vanskelig for å se at forandringene faktisk vil komme til å lønne seg i lengden. F.eks. i 30-årene var det stor arbeidsledighet og folk sto gjerne i kø utenfor fabrikkene for å få jobb. Dette gjorde at fabrikkeierne alltid hadde tilgang på folk som ville ta jobber selv om det var dårlig arbeidsmiljø og medførte fare for liv og helse. Hvis noen klaget, kunne de risikere å bli oppsagt fordi det var nok av andre som ville ha jobben. Dette førte til flere helseskader enn det som var nødvendig, men slik var lederstilen den gangen. Men opp fra dette ble det startet fagorganisasjoner som jobbet for bedre lønn og et bedre arbeidsmiljø. Med press fra disse og med en bedre forståelse for at godt arbeidsmiljø er viktig for at bedriften skal gå bra og at arbeiderne skal trives, ble det satset mer på arbeidsmiljø.

HMS-BEGREPET

H = Helse. Arbeidsmiljø ligger i H

M = Miljø. Omfatter ytre miljø

S = Sikkerhet. Omfatter både H og M

HMS-begrepet på engelsk:

S = Safety (Sikkerhet)

H = Health (Helse)

E = Environment (Miljø)

Pr 10.04.2008

Kapittel 1. Lovverket

1.1 HISTORIKK

1.1.1 Generelt

Norges første "primitive" arbeidervernlov kom allerede i 1892. Den var mest opptatt av det elementære arbeidervern som å redusere risikoen for dødsulykker. Ettersom tidene forandret seg, ble også arbeidervernloven forandret. Totalrevisjon av loven skjedde først i 1936 og så i 1956. I 1977 kom den loven som er gjeldende i dag. Den heter "Lov om arbeidervern og arbeidsmiljø - av 1. juli 1977".

På slutten av 1960-tallet var det stor interesse for det ytre miljø. I 1969/1970 resulterte dette i en motreaksjon: en gryende vilje til også å ta opp problemer i det indre miljø, arbeidsplassmiljøet. Gjennom interessen for det ytre miljø hadde bl.a. fagbevegelsen oppdaget de kjemiske stoffene og hvordan de kunne ødelegge natur og dyr. Fra et slikt utgangspunkt var det også naturlig å spørre hvordan arbeidsatmosfæren, og påvirkningen på arbeidstakerne, var ved de bedrifter som slapp den forurensende røyken ut i miljøet rundt oss.

Landsorganisasjonen (LO) har da også siden begynnelsen på 70-tallet vært aktive for å bedre arbeidsmiljøet. Men det er interessant å konstatere at mens det under LO-konferansen i 1969 ikke ble nevnt arbeidsmiljø i det hele tatt, var arbeidsmiljø en hovedsak i 1973. Og i 1972 inngikk LO og NAF (Norsk Arbeidsgiverforening) for første gang en avtale under tarifforhandlingene som skulle bedre arbeidsmiljøet i NAF's medlemsbedrifter. Det var derfor et stort gjennombrudd for en ny og bedre forståelse av viktigheten med et godt arbeidsmiljø da avtalen fra 1972 resulterte i innføring av den nye arbeidsmiljøloven i juli 1977.

Siden 1977 har den store utviklingen i arbeidslivet med nye produksjonsmetoder og stadig nye stoffer og materialer, på mange måter endret risikoforholdene på de enkelte arbeidsplasser. Vi har også fått økt kunnskap om uheldige følger av langtidspåvirkninger i arbeidsmiljøet og stressfremkallende forhold. Arbeidervernproblemene er således ikke av ny dato, men det er først i de aller seneste årene at begrepet "miljø" er kommet i fokus for vår interesse.

Den økte interesse for miljøproblemer må sees i sammenheng med økt mekanisering (dvs. moderne teknologi), med en stigende levestandard (krav om et godt miljø i både arbeid og fritid), og ikke minst moderne massemedias tendens og evne til å dramatisere, og samtidig påvirke en opinion. Arbeidstakere og deres organisasjoner har også blitt mer skolerte og oppmerksomme på hva som kan være skadelig i deres arbeidsmiljø. Ofte er det arbeidstakerne selv som kommer med forslag til hva som bør undersøkes og rettes på ved en arbeidsplass.

Synet på arbeidsmiljø og arbeidervern (med dagens terminologi betegnet HMS = Helse, Miljø, Sikkerhet) har utviklet og endret seg gjennom årene. I 1890-årene var man f.eks. mest opptatt av det elementære arbeidervern (redusere risikoen for dødsulykker). Dette synet endret seg delvis opp igjennom de første ti-årene av det 20. århundre. Gradvis ble man mer opptatt av andre aspekter ved arbeidsmiljøet. Man begynte å ta for seg mulige skadevirkninger av arbeidssituasjonen. Man ble opptatt av enkelte arbeidsmiljøfaktorer. F.eks. ble enkelt verneutstyr, som støvmaske av svamp, tatt i bruk på slutten av 30-tallet. Siden ble man opptatt av også andre aspekter ved en arbeidsplass. I dag for eksempel, over 100 år etter den første arbeidervernloven, er fokus rettet mot bl.a. psykososiale forhold (hvordan folk trives på jobben).

Siktepunktet med arbeidsmiljøloven av 1977 var å gi arbeidstakerne vern mot ulykker og yrkessykdommer (som i tidligere lov), men den skulle også gi vern mot slitasje, stress og mistrivsel. Arbeidsmiljøloven av 1977 hadde et annet utgangspunkt enn arbeidervernloven av 1956 som i prinsippet tillot en avveining av bedriftens økonomi og de ansattes helse.

Hovedregelen i loven av 1977 var at arbeidsmiljøet skal være "fullt forsvarlig". Dette vil si at loven krevde en minimumsstandard som ikke kunne fravikes av f.eks. økonomiske grunner. Uttrykket "fullt forsvarlig" betydde imidlertid ikke at all risiko er eliminert, idet all menneskelig aktivitet innebærer en viss risiko - også på arbeidsplassen.

1.1.2 Verne- og miljøarbeid i bedriftene

Som generell regel skal det i en virksomhet som sysselsetter minst 50 arbeidstakere opprettes et eget arbeidsmiljøutvalg (AMU), som bl.a. kan treffe vedtak om at arbeidsgiveren skal utføre målinger eller undersøkelser av arbeidsmiljøet for å klarlegge om det foreligger helsefare. I arbeidsmiljøutvalget skal arbeidsgiveren, arbeidstakerne og verne- og helsepersonalet (bedriftshelsetjenesten) være representert.

Ved hver virksomhet som inn under arbeidsmiljøloven skal det velges verneombud. Verneombudene er arbeidstakernes representanter, deres tillitsvalgte i verne- og miljøspørsmål. De skal ivareta arbeidstakernes interesser i arbeidsmiljø saker. Arbeidsmiljøutvalget er et samarbeidsorgan hvor arbeidsgiveren, arbeidstakerne og verne- og helsepersonalet i virksomheten er representert. Systemet med verneombud og arbeidsmiljøutvalg utgjør det organiserte vernearbeidet i virksomhetene. Det organiserte vernesamarbeidet fritar imidlertid ikke arbeidsgiveren fra plikten til å drive et planmessig vernearbeid. Vernesamarbeidet i arbeidsmiljøutvalget utgjør en adskilt organisasjon i virksomheten. Det er også adskilt fra arbeidet i fagforeninger og klubb.

Verneombudets status i verne- og miljøarbeidet blir styrket i den nye loven. Ved virksomhet med mindre enn 10 arbeidstakere kan partene skriftlig avtale en annen ordning eller at det ikke skal være verneombud ved bedriften. Verneombudets oppgave er å ivareta arbeidstakernes interesser i saker som angår arbeidsmiljøet.

Det er også lovens målsetting at virksomheten selv skal løse sine arbeidsmiljøproblemer i samarbeid med arbeidslivets organisasjoner. I første rekke er opplæring nødvendig for å sette virksomhetens medarbeidere i bedre stand til å arbeide og samarbeide om bedre arbeidsmiljø etter de retningslinjer loven gir.

Med henblikk på å skolere de medarbeidere som har en funksjon i verneorganisasjonene, inngikk LO, NAF og Statens Arbeidstilsyn en rammeavtale om grunnopplæring i verne- og miljøarbeid 1. august 1975. Grunnopplæringen forutsettes gjennomført innenfor en tidsramme av 40 timer basert på undervisningsmateriell som dekker følgende emner; Miljø, ergonomi, støy, belysning, klima, kjemiske helsefarer, trivsel, ulykker, arbeidsmiljøloven og miljøarbeid i praksis. Ofte blir dette kurset holdt i regi av bedriftshelsetjenesten.

1.2 INTERNKONTROLL

Samfunnets rammebetingelser og krav til industriell virksomhet og yrkesaktivitet er nedfelt i lover og forskrifter. Disse forvaltes av en rekke departementer, myndigheter og etater som setter rammer for helse-, miljø- og sikkerhetsarbeidet i næringslivet i Norge. Lovene og forskriftene er under stadig vurdering med tanke på nødvendige endringer.

De resultatene som ble oppnådd på området helse/miljø/sikkerhet i 80-årene og tidlig i 90-årene svarte ikke til forventningene i lovverket. Kravet om innføring av internkontroll i bedriftene har kommet inn i lovverket bl.a. ut fra erkjennelsen av at det skjer for mange ulykker, at det er for stort sykefravær, for mange branner og at det er for mange forurensningsuhell i norsk næringsliv.

1.2.1 Formålet med internkontroll

1. januar 1992 innførte myndighetene "Forskrift om internkontroll" (IK). IK-forskriften skal fremme:

- Arbeidsmiljø og sikkerhet.
- Vern mot helse- og miljøskader for produkter.
- Vern av det ytre miljø mot forurensning og en bedre behandling av avfall.

Det skal oppnås ved at den som er ansvarlig for virksomheten organiserer systematiske tiltak for å påse at krav fastsatt i eller i medhold av lov eller forskrift overholdes.

Dette betyr at ledelsen har ansvaret for gjennomføringen av internkontroll. De skal undersøke forholdene ved bedriften og sette igang tiltak der dette er nødvendig. De må også kunne dokumentere overfor myndigheter at dette (både kartlegging og tiltak) er gjennomført. Derfor må de lage en handlingsplan eller håndbok som de gjennomfører internkontrollen etter. Men samtidig har samtlig ansatte, på alle nivåer, også et selvstendig ansvar for sin egen arbeidsplass og sine kolleger.

Fra 1.januar 1997 har en revidert utgave av forskriften vært gjeldende. Den reviderte utgaven har fått navnet "Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (internkontroll)". Den gjelder alle virksomheter som sysselsetter arbeidstakere. Internkontroll er i den reviderte forskriften definert som alle systematiske tiltak en virksomhet iverksetter for å sikre overensstemmelse med helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen. Forskriften plasserer et særlig ansvar hos den som er ansvarlig for virksomheten, noe også forskriften fra 1992 gjorde. Dette ansvaret innebærer også at alle medarbeidere i bedriften involveres og engasjeres i HMS-arbeidet. Myndigheten forventer at det nøye vurderes hvilke lover og forskrifter som gjelder for bedriften, at disse anskaffes og at bestemmelsene gjennomgås med alle ansatte som berøres av dem.

1.2.2 Gjennomføring

Det danske ordet for internkontroll er "egenkontroll". Dette illustrerer mer hva som menes med internkontroll. Virksomheten skal i dag i mye større grad ha ansvar for HMS-arbeidet sitt selv. Bedriften må imidlertid kunne dokumentere at den har innarbeidet systemer og rutiner for å oppfylle lovens mål. Tilsynsmyndighetens oppgave blir i sterkere grad å kontrollere bedriftens dokumentasjon imot tidligere da myndighetene i mye større grad overprøvde virksomhetens HMS-arbeid.

Internkontroll er for så vidt ikke noe nytt, og mange bedrifter har i en årrekke hatt IK-systemer i større eller mindre grad. IK er et administrativt verktøy. Det løser ikke automatisk miljø- eller

sikkerhetsproblemer, men betegner organiseringen av bedriftenes arbeid for å bedre miljø og sikkerhet. Derfor krever IK en dokumentasjon av mål og resultater, noe som også er nødvendig for å styre utviklingen. Dessuten inneholder et IK-system en kontrolldel. Internkontroll skal ikke erstatte alt det som er gjort av positivt systematisk miljøarbeid i bedriftene, men derimot å bygge på dette.

Det finnes ikke en entydig fasit på hva internkontrollen skal bestå i for de forskjellige virksomheter. Dette er opptil virksomheten selv å bestemme. De får gjerne ta utgangspunkt i allerede eksisterende HMS-systemer ved bedriften og bygge videre fra den. Tilsynsmyndighetene har ingen myndighet til å bestemme internkontrollens innhold, men kan kommentere mangler i tillegg til å undersøke selve dokumentasjonen.

Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø ved bergarbeid:

Revidert forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø ved bergarbeid trådte i kraft 1. juli 2005. Forskriften har som formål ”å verne arbeidstakere mot fare som oppstår eller kan oppstå i forbindelse med bergarbeid” og er rettet mot arbeidsgivere som skal sørge for at bestemmelsene i forskriften blir gjennomført. Den gjelder for bergarbeid over og under jord, og i tillegg annet arbeid under jord. I tillegg gjelder den for utvinningsindustri relatert til mudring og på kontinentalsokkelen med unntak av petroleumsvirksomhet, (AID 2005). Forskriften gjelder derimot ikke for kullgruvene på Svalbard.

I de generelle bestemmelsene i forskriften kreves det at virksomheten skal utarbeide en skriftlig plan for sikkerhet, helse og arbeidsmiljø. Risikovurdering står sentralt. Planen skal ajourføres regelmessig og være forståelig for den enkelte arbeidstaker. Videre beskriver forskriften krav til:

- Særlige vernetiltak
- Brann- og eksplosjonsvern
- Tilhørende arbeidsplasser over jord
- Helseundersøkelse

Under kapitlet om særlige vernetiltak angir forskriften krav til overvåkning og kommunikasjon, kontroll og sikringsarbeider, mekanisk og elektrisk utstyr og anlegg, ferdsselsveier, transport under jord, belysning, ventilasjon under jord, sprengstoff og tennmidler, boring, beskyttelsestiltak, bruk av forbrenningsmotorer og sperreinnretninger ved tippsted.

Kravene til brann og eksplosjonsvern omfatter blant annet at virksomheten gjør en vurdering av mengde og konsentrasjon av helsefarlige og mulige eksplosive stoffer i luften og treffer tiltak mht overvåkning, ventilasjon og beskyttelse mot helsefarlig luft, brannfare og legger til rette for evakuering av arbeidsplassene ved fare, samt sørger for at rømnings- og rednings- og førstehjelpsutstyr er tilgjengelig. Forskriften krever også at virksomhetene oppretter en egen redningsorganisasjon og gjennomfører regelmessige øvelser.

Forskriften setter også krav til lokaler inklusive vinduer og dører samt ventilasjon for tilhørende arbeidsplasser over jord.

Ved eksponering for gass eller støv som kan medføre risiko for støvlungesykdom eller andre helseskadelige forhold, skal arbeidstakerne gjennomgå helseundersøkelse av kompetent helsepersonell før arbeidet starter, senere med regelmessige intervall og ved opphør av arbeidsforholdet. Arbeidsgiver plikter å opprette et register over arbeidstakere som er eksponert for helsefarlige stoffer. Opplysningene i registeret skal oppbevares i minst 60 år etter at eksponeringen er opphørt. Dersom virksomheten opphører skal registeret overføres til direktoratet for arbeidstilsynet.

Forskrift for kullgruvene på Svalbard:

Forskriften gjelder for arbeid under dagen i kullgruver på Svalbard og for anlegg i dagen innenfor en radius av 50 meter fra gruveåpningen. Gruver klassifiseres etter inndelingen fra 1-3 avhengig av gassfare, hvor klasse 1 angir steder med *liten gassfare*, 2 steder med *midlere gassfare* og klasse 3 steder med *særlig gassfare*. Klasseinndelingen relaterer seg til hvorvidt det er registrert metangass i gruen eller i returluft til gruen og til mengde metan:

- Klasse 1. Metan ikke registrert selv uten ventilering
- Klasse 2. Metan er registrert. Innhold luft $< 1,0$ volum % eller returluft $< 0,3$ volum %
- Klasse 3. Metan er registrert. Innhold luft $\geq 1,0$ volum % eller returluft $\geq 0,3$ volum %

I de alminnelige bestemmelsene krever forskriften at virksomheten skal ha et dokumentert system for kartlegging av arbeidsmiljøet, iverksetting av nødvendige tiltak og kontroll med arbeidstakernes helse og sikkerhet. Mange av kravene er knyttet opp mot brann- eller eksplosjonsfare som følge av tilstedeværelse av metangass.

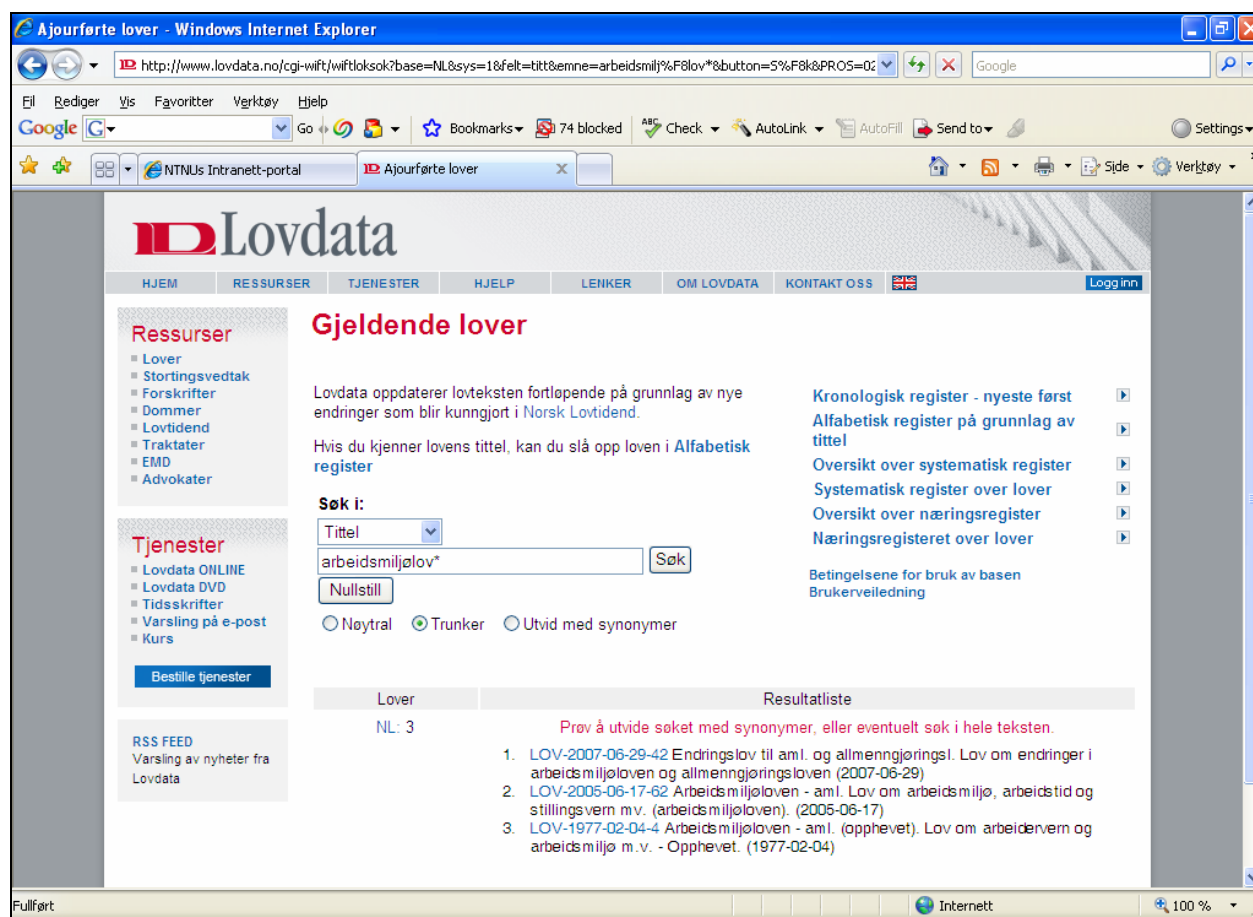
Forskriften setter også krav til gruveledelse, opplæring, verne- og helsepersonale, brannvern, førstehjelp og redningstjeneste, kartverk, nødutganger, lading og sprengning, forbygninger, fordring, faring, faringsstiger, ventilasjon, vern mot gasseksplosjon, vern mot kullstøveksplosjon, sikkerhetsinspeksjoner, belysning samt registrere muligheter for inntrengning av vann i gruen.

1.3 Tilgang til regelverk for HMS.

Innledningsvis ble Arbeidsmiljøloven og Internkontrollforskriften omtalt som viktige regelverk for arbeidet med helse, miljø og sikkerhet (HMS) ved industriell virksomhet. I likhet med annen industri er bergverksdrift og mineralutvinning omfattet av en lang rekke lover og regler som setter ytterligere krav til arbeidet med helse, miljø og sikkerhet i virksomhetene avhengig av arbeidets art, for eksempel arbeid i høyden, bruk av arbeidsutstyr osv. I tillegg finnes det egne regelverk for bergarbeid på fastlandet, utvinningsvirksomhet og for kullgruvedriften på Svalbard.

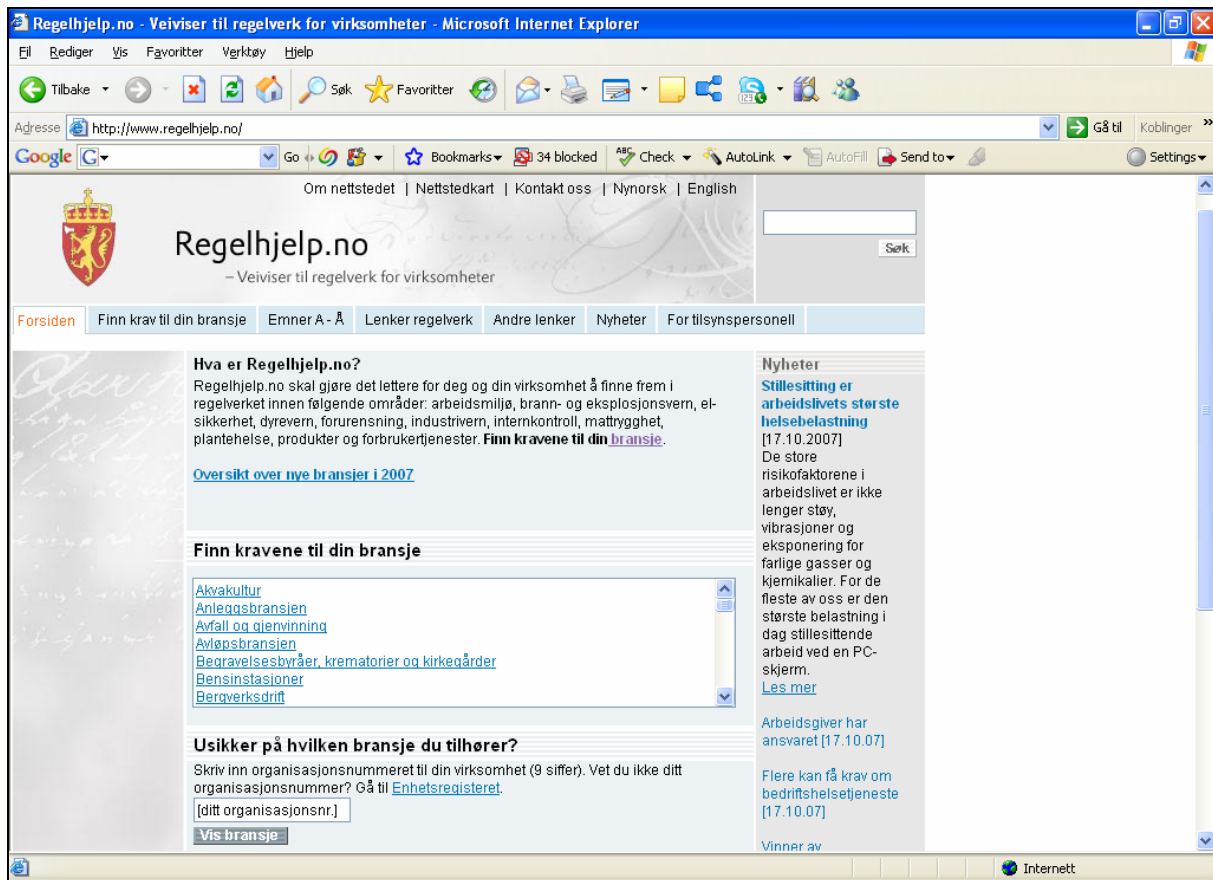
Lover og regler har vært tilgjengelig på internett via nettstedet til Lovdata, <http://www.lovdata.no>. Her kan man søke på stikkord i lov- eller forskriftstekst og få tilgang til gjeldende lover og forskrifter. Bruk av nettstedet forutsetter imidlertid god kunnskap og oversikt over hvilke lover og forskrifter som gjelder for den aktuelle virksomheten, for eksempelvis en bergverksbedrift. I figur 1.1. er det som et eksempel gjennomført et søk etter Arbeidsmiljøloven. Figuren viser også resultatet av søket.

Figur 1.1: Tilgang til gjeldende lover og forskrifter via nettstedet <http://www.lovdata.no>



Direktoratet for arbeidstilsynet (DAT), direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB), Mattilsynet, Næringslivets sikkerhetsorganisasjon (NSO) og Statens forurensningstilsyn (SFT) har utviklet og står bak en internettside som skal gjøre det enklere å skaffe til veie en oversikt over hvilket regelverk som gjelder for den enkelte bedrift, se også figur 1.2 under.

Figur 1.2: Nettstedet www.regelhjelp.no. Hjelpemiddel for å skaffe oversikt over gjeldende krav og regelverk for helse, miljø og sikkerhet i norske virksomheter.



Kravene er listet bransjevis. Ved å velge bransjen ”Bergverksdrift”, se bransjeoversikten i rullefeltet i figur 1.2 vil kravene til bergverksdrift bli beskrevet. Hvis man er usikker på hvilken bransje bedriften tilhører er det alternativt mulig å legge inn bedriftens organisasjonsnummer. Med utgangspunkt i denne nettsiden er det mulig å liste opp samtlige krav, samt få en oversikt over regelverk med pekere til de ulike lovene og forskriftene som gjelder for den bransjen bedriften tilhører.

Noen bedrifter kan høre inn under flere bransjer og det er da nødvendig å liste ut kravene for hver enkelt bransje separat. Eksempler på slike bedrifter er Norcem AS og Verdalskalk as, som begge tar ut råvaren (kalkstein) gjennom ordinær bergverksdrift og deretter brenner kalksteinen. De to bedriftene hører dermed både til bransjen ”bergverksdrift” og bransjen ”produksjon av glass, sement, gips, betong m.m”.

Tabell 1.1.: Gjeldende regelverk for helse, miljø og sikkerhet (HMS) ved bergverk. Kilde: http://www.regelhjelp.no/Templates/Bransje___4602.aspx?bransjeid=4602

Lov 2005-06-17-62: Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv. (arbeidsmiljøloven).
 Lov-2002-06-14-20: Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernloven).
 Lov-1985-06-14-77: Plan- og bygningsloven.
 Lov-1929-05-24-4: El-tilsynsloven. Lov om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr (el-tilsynsloven).
 Lov-1981-03-13-6: Lov om vern mot forurensninger og om avfall (Forurensningsloven).
 Lov-2003-05-09-31: Lov om rett til miljøinformasjon og deltakelse i offentlige beslutningsprosesser av betydning for miljøet (Miljøinformasjonsloven)
 Lov-1953-07-17-9: Siviltforsvarsloven. Lov om siviltforsvaret.
 Lov-1976-06-11-79: Lov om kontroll med produkter og forbrukertjenester. Produktkontrollloven

Arbeidsmiljø:

For-1996-12-06-1127. Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften).
 For-1995-04-21-377: Byggherreforskriften
 For-1995-02-16-170: Forskrift om arbeidsplasser og arbeidslokaler
 For-1998-06-26-608: Forskrift om bruk av arbeidsutstyr
 For-1993-05-24-1425: Forskrift om bruk av personlig verneutstyr på arbeidsplassen
 For 2005-06-30-794: Forskrift om HMS ved bergarbeid
 For-1989-06-08-914 Forskrift om hvilke virksomheter som skal ha knyttet til seg verne- og helsepersonale (Bedriftshelsetjeneste)
 For 1992-02-13-1263: Forskrift om høytrykksspyling m.m
 For 1994-08-19-819: Forskrift om konstruksjon, utforming og produksjon av personlig verneutstyr
 For 1994-08-19-820: Forskrift om maskiner
 For 2005-07-06-804: Forskrift om vern mot mekaniske vibrasjoner
 For 2006-04-26-456-1: Forskrift om vern mot støv

Brann- og eksplosjonsvern:

For-2006-12-01-1331: Forskrift om transport av farlig gods på veg og jernbane (landtransportforskriften) med veiledning
 Endringsdirektiv storulykker ikrafttråd 31/12-2003
 For-2004-02-27-490: Forskrift om brannfarlig eller trykksatt stoff
 For-2002-06-26-744: Forskrift om brannfarlig vare
 For-2002-06-26-847: Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn
 For-2002-06-26-922: Forskrift om håndtering av eksplosjonsfarlig stoff
 For-1996-12-06-1127. Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften).
 Seveso II Direktivet

El-sikkerhet:

For-1995-08-10-713: Forskrift om elektrisk utstyr
 For-2005-12-20-1626: Forskrift om elektriske forsyningsanlegg
 For-1998-11-06-1060: Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg med veiledning
 For-2003-06-30-911: Forskrift om helse og sikkerhet i eksplosjonsfarlige atmosfærer
 For-1993-12-14-1133: Forskrift om kvalifikasjoner for elektrofolk
 For-2006-06-06-591: Forskrift om opplysningsplikt ved salg og markedsføring av elektrisk materiell til forbruker
 Registreringsforskriften
 For-2006-04-28-458: Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg
 For-1996-12-06-1127. Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften)
 For-1996-12-09-1242: Forskrift om eksplosjonsfarlig område. Forskrift om utstyr og sikkerhetssystem til bruk i eksplosjonsfarlig område

Industrivern:

For 1996-11-29 nr. 1092 Forskrift om egenbeskyttelsestiltak ved industrielle bedrifter m.v.

Forurensning:

For 2004-06-01-931: Forskrift om begrensning av forurensning (Forurensningsforskriften)
 For-2004-06-01-930: Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (Avfallsforskriften)
 Endringsdirektiv storulykker ikrafttråd 31/12-2003
 For-2005-06-17-672: Forskrift om tiltak for å forebygge og begrense konsekvensene av storulykker i virksomheter der farlige kjemikalier forekommer (Storulykkeforskriften)
 For 2002-11-11-1264: Forskrift om transport av farlig gods
 For 1992-07-09-1269: Forskrift om varsling av akutt forurensning eller fare for akutt forurensning

1.4. TILSYN MED REGELVERKET:

Tilsyn med eksisterende regelverk gjennomføres av Direktoratet for arbeidstilsynet (DAT), direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB), Næringslivets sikkerhetsorganisasjon (NSO), Statens forurensningstilsyn (SFT) og Mattilsynet. Tilsyn utføres også av lokale arbeidstilsyn, kommunale brannvesen, lokale eltilsyn og av fylkenes miljøvernavdelinger.

1.5. ET INKLUDERENDE ARBEIDSLIV (IA)

Utviklingen de senere år med stadig flere som går ut av arbeidslivet og over på langvarige trygdeordninger er problematisk både for individer, virksomheter og samfunnet. Sykefravær, uføretrygd og tidlig pensjon bidrar til å svekke tilgangen på arbeidskraft til alle deler av arbeidslivet.

For å bidra til å motvirke og forebygge overgang fra arbeid til trygd ble det i desember 2005 inngått en *Intensjonsavtale for perioden 1.januar 2006 til 31. desember 2009* mellom partene i arbeidslivet og regjeringen om et mer inkluderende arbeidsliv (IA). Dette omfatter tiltak som gjør at en sykemeldt eller skadet arbeidstaker kan komme tidligere tilbake i jobb, og ikke støtes ut av arbeidslivet som eventuell arbeidsufør. De lokale trygdekontorene er ofte involvert. Arbeidstilsynet har mer info om IA på sine nettsider.

Pr 10.04.2008

Kapittel 2. Forurensning og Sikkerhet

2.1 FORURENSNING

Det finnes mange ulike typer forurensninger. Begrepet forurensning er negativt ladet og viser til endring fra en tidligere tilstand. Det vil si at alle typer fenomener som blir omtalt som forurensninger, blir oppfattet som negativ påvirkning *av noen*. Forurensninger kan grovt sett inndeles i to hovedgrupper (H. Farstad: Menneske og miljø, 1997):

- *Fysisk forurensning* omfatter først og fremst støy (men også vibrasjoner), og estetisk/visuelle forstyrrelser som kan påvirke levende organismer.
- *Kjemisk forurensning* er alle typer utslipp av stoffer som fører til kjemiske og biologiske endringer i miljøet.

De forskjellige typer fysiske og kjemiske forurensninger forstyrrer og kan skade miljøet – planter, dyr og mennesker, og de omgivelsene disse er avhengige av. Men konsekvensene av påvirkningene er svært ulike: Noen kjemiske utslipp fører til *direkte* skader på organismene, som for eksempel giftige eller radioaktive stoffer. Andre utslipp, for eksempel stoffer som bryter ned ozonlaget eller fører til klimaendringer, påvirker organismene mer *indirekte* ved å endre deres ytre omgivelser og livsvilkår. I samme gruppe kommer også næringssaltene, som får enkelte arter til å formere seg ukontrollert på bekostning av andre organismer.

Forurensninger som støv, støy, lukt og søppel kan synes mindre truende, men kan være plagsomme nok for mennesker og dyr. Slike forurensninger kan også føre til helseskader ved at de fremkaller stress, nervøsitet og høyt blodtrykk. Luftveissykdommer kan oppstå på grunn av støv i lufta.

Når det gjelder utslipp av stoffer som påviselig fører til forstyrrelser av økosystemene, er det lit rom for uenighet.

Spørsmålet om estetisk eller visuell forurensning, er ikke like uproblematisk. De fleste er enige i at et dagbrudd som fører til store sår i naturlandskapet, gjør området mindre tiltrekkende. Men i andre saker kan det være delte meninger om hva som er stygt og pent. Er den nylig oppdyrkede åkeren mindre pen enn den naturlige myra som tidligere var der? Utgjør vindmøller en estetisk forurensning eller ikke?

Forurensningsbegrepet kan også deles inn i:

- Lokal forurensning
- Regional forurensning
- Global forurensning

Lokale forurensninger kan ødelegge miljøet på et mindre geografisk område, f.eks i en fjord eller by. Eksempler her er veitrafikk (støy og luftforurensninger), eutrofiering (overgjødsling, dårlig kloaknett, tilsig fra landbruket, utslipp fra fiskeoppdrett og industri), oljeutslipp og andre forurensninger (avfallsplasser, deponi, søppelforbrenningsanlegg, oppdemming av elver, økt temperatur i storbyer)

Regionale forurensninger kan for eksempel være sur nedbør, forurensning av havområder, radioaktiv forurensning. Mens *global forurensning* kan være klimaendringer og nedbrytning av ozonlaget.

2.2 RISIKO

Mange yrkessykdommer trenger lang tid for å utvikle seg, slik at sammenhengen mellom arbeid og sykdom ikke alltid er så lett å se. Men arbeidsbetinget helsesvikt p.g.a. ulykker er lettere å registrere. En arbeidsulykke defineres som en plutselig hendelse som oppstår uventet og uforutsett på arbeidsstedet i arbeidstiden, og som leder til personskaade.

Det har vært vanlig å skjematISere arbeidsulykkene som forårsaket av ett eller flere av følgende tre forhold:

- menneskelige faktorer
- miljøfaktorer
- tekniske faktorer

Begrepet "menneskelig svikt" er imidlertid lite egnet til å forklare og forebygge arbeidsulykker. I dag prøver en heller å finne dypere årsakssammenhenger gjennom studiet av hva slags innhold arbeidet har og hvordan arbeidet er utformet. Moderne teknologi har redusert ulykkesrisikoen i enkelte næringer, men har samtidig skapt nye farer i andre, slik at det i dagens samfunn er en nær forbindelse mellom bruk av moderne teknologi og risiko for ulykker.

Et ulykkesforløp bestemmes gjerne av en kombinasjon av følgende faktorer:

- 1) En svakhet eller potensiell feil i systemet.
- 2) En utløsende hendelse som "treffer" den aktuelle svakheten eller feil, og gir en feilsituasjon.
- 3) Systemets måte å reagere på og evne til å tåle den oppståtte feilsituasjon.
- 4) Systemets totale skadepotensial.

Mennesker er ikke skapt perfekte og ufeilbarlige, vi gjør feil. All teknikk begynner med de mennesker som lager teknikken, og også disse gjør selvsagt under tiden feil uten å være klar over det. Vi kan derfor aldri regne som sikkert at et system ikke vil inneholde svakheter eller feilsituasjoner som vi ikke er klar over. Både mennesker og teknikk representerer kilder til feil.

En utløsende hendelse kan godt være en høyst normal og påregnelig foreteelse. Men hvis hendelsen "treffer" den innebygde svakhet, kan dette føre til feilsituasjoner. Resultatet av et slikt sammentreff kan være en liten episode av en eller annen art (f.eks.: batteriet på bilen er dårlig ladet, det er kaldt om morgenen, og resultatet er at vi ikke får startet bilen). Men av og til kan resultatet bli en stor ulykke, en katastrofe.

Dette avhenger av systemets evne til å tåle feilsituasjonen sammen med dets skadepotensial. Er systemet laget robust nok slik at det vil tåle feilsituasjonen (f.eks. at vi har et full-ladet batteri i reserve), eller er systemets skadepotensial svært lite (som når bilen står i garasjen), blir konsekvensene av feilsituasjonen liten. Den store katastrofen oppstår når systemet er så sårbart at det ikke tåler feilsituasjonen, og det samtidig har et stort skadepotensial.

Ulykker vil alltid oppstå, men frekvensen og omfanget kan reduseres vesentlig ved riktig systematisk arbeid. En av menneskets egenskaper er at tenke- og handlekapasiteten holdes oppe så lenge interessen holdes oppe. Når interessen går ned, reduseres også muligheten for å operere sikkert fordi oppmerksomheten inn mot det som skal håndteres, svekkes.

2.2.1 Risikovurdering

Det ser ut som om vi i arbeidslivet, i likhet med i samfunnet for øvrig, opererer med flere sett av **akseptable risikonivåer**. Enhver menneskelig aktivitet innebærer en viss risiko for skade eller tap, og selv om vi generelt streber etter å unngå risiko, er vi ofte og i varierende grad villige til å utsette oss for farer for å oppnå nytte eller fordel. **Risiko** er et sammensatt begrep som brukes både om sannsynligheten for at en uønsket hendelse skal inntreffe og om forventet omfang og konsekvenser av slike hendelser (Risiko = Sannsynlighet · Konsekvens). Sannsynligheten for at et fly skal falle ned må sies å være liten. Men når det først skjer vil som regel omfanget og konsekvensene være store. Det er i en slik sammenheng risikobegrepet må sees.

Det er også viktig å skille mellom **reell risiko**, som er basert på statistiske erfaringsdata, og **opplevd risiko**, som er den følelse av utrygghet og frykt som det enkelte individ opplever. Å hoppe ut fra Trollveggen i fallskjerm kan uttrykkes som en reell risiko, mens for de som hopper, og de som slett ikke tør hoppe, vil den opplevde risikoen være svært forskjellig.

I arbeidslivet som ellers i samfunnet, er vi mest opptatt av de "store" ulykkene. Våre holdninger til ulykker blir lett preget av ulykkens dramatiske innhold og av reaksjonen i massemedia på det som har skjedd. Det er ikke sikkert at det alltid er den objektive virkelighet som bestemmer prioriteringen av samfunnets ressurser i det ulykkesforebyggende arbeidet. Et annet viktig punkt i den subjektive risiko-opplevelsen er forskjellen mellom frivillig og tvungen risiko. Vi godtar langt høyere risiko i egne valgte aktiviteter enn i aktiviteter der vi selv ikke har full kontroll over det som skjer.

Sikkerhet uttrykker en oppfatning av relativ beskyttelse mot farer og skader, og er ingen eksakt målbar størrelse. Sikkerheten kan bedømmes først når den reelle risiko er veid mot menneskelige og samfunnsmessige vurderinger. F.eks. er en arbeidsoppgave sikker hvis den risikoen den medfører blir bedømt som akseptabel eller tilstrekkelig lav. I praksis kan vi øke sikkerheten på de fleste områder ved å betale for hva det koster å minske den reelle risikoen. Men siden ressursene som kan brukes på sikkerhetsspørsmål er begrenset og må veies mot andre oppgaver, må det en bevisst prioritering til for å kunne sette inn midlene der sikkerheten er lavest.

2.2.2 Risikoreducerende tiltak

Det er i prinsippet fire typer tiltak som kan iverksettes for å fremme personsikkerheten i arbeidslivet:

- sikringstiltak
- arbeidsmiljøtiltak
- administrative tiltak
- teknologiske tiltak

Sikringstiltak

Dette er tiltak som blir iverksatt for å redusere sannsynligheten for visse skadetyper. Eksempler på slike tiltak er: Sikring av stillaser, oppsetting av rekkverk, bruk av personlig verneutstyr osv. Disse tiltakene blir vanligvis innført etter hvert som nye risikomomenter oppdages, ofte etter at ulykker eller "nesten-ulykker" har skjedd.

Arbeidsmiljøtiltak

Tiltak som primært blir iverksatt for å bedre arbeidsmiljøet, vil også som regel påvirke sikkerheten. Som eksempel kan nevnes tiltak for å redusere støy. Støy kan føre til at mennesker blir avskåret fra å kunne reagere på signaler og lyder som varsler fare. Et annet eksempel er tiltak for å bedre lysforholdene på arbeidsplassen. Det er f.eks. gjort en undersøkelse der det viste seg at skadefrekvensen ble halvert i det området av ei gruve der det ble brukt moderne belysning med halogenlamper i forhold til den delen det ble brukt tradisjonell belysning med hodelykter og permanent lys bare på foreskrevne steder.

Administrative tiltak

I tillegg til de rene sikrings- og arbeidsmiljøtiltakene kommer en rekke organisatoriske forordninger og endringer som kan ha innvirkning på sikkerheten på arbeidsplassene. Slike tiltak kan være alt fra innføring av lover og forskrifter om sikkerhetsspørsmål til gjennomføring av rene produktivitetsfremmende og rasjonaliserende tiltak. Framskaffelse av detaljerte og omfattende ulykkesstatistikker er en viktig forutsetning for et effektivt sikkerhetsarbeid. Registreringen av arbeidsulykkene har vært svært mangelfull innen mange bransjer og yrkesgrupper.

Teknologiske tiltak

Dette kan være innføring av nytt teknisk utstyr som sammen med nye instruksjoner og arbeidsrutiner gir bedret personsikkerhet. Tiltakene kan f.eks. bestå i innebygging, skjerming eller utskifting av maskiner som erfaringsmessig forårsaker mange personskader. Ulike "farlige" maskiner (sakser, presser etc.) kan bl.a. sikres ved at det monteres fotoceller som bryter strømmen når en del av operatøren kommer i den farlige sonen nær arbeidsprosessen.

Vanligvis vil sikkerhetsarbeidet inneholde deler fra mer enn ett av de fire typer tiltak som er skissert ovenfor. Arbeidet for bedret personsikkerhet på arbeidsplassene er gitt høy prioritet hos myndighetene og hos partene i arbeidslivet, ikke minst fordi dette arbeidet gir umiddelbar økonomisk gevinst både for den enkelte bedrift og for samfunnet for øvrig.

2.3 PERSONLIG VERNEUTSTYR

I Lov om arbeidervern og arbeidsmiljø av 1. juli 1977 stilles det krav om at arbeidsmiljøet skal være **fullt forsvarlig** ut fra en vurdering av de faktorer i arbeidsmiljøet som kan ha innvirkning på arbeidstakernes fysiske og psykiske helse og velferd. Kravene skal i første rekke søkes oppnådd ved at arbeidsplassen innrettes med sikte på dette, og ved at det i arbeidet ikke brukes stoffer eller utstyr som kan medføre skader på liv og helse. Hvis tilfredsstillende vern ikke kan oppnås på annen måte, skal personlig verneutstyr brukes.

Arbeidsgiveren har hovedansvaret for å gjennomføre nødvendige vernetiltak på arbeidsplassen. **Arbeidsgiver** plikter å stille egnet personlig verneutstyr til rådighet for arbeidstakerne og påse at disse bruker dette utstyret der hvor forholdene tilsier det. **Arbeidstaker** har plikt til å bruke personlig verneutstyr i samsvar med gjeldende regler og instruksjoner.

2.3.1 Virkeområder

Personlig verneutstyr skal være slik utformet at det gir tilfredsstillende vern mot de skadevirkninger det er ment å forebygge. Utstyret skal kunne tilpasses brukeren og så vidt mulig være bekvemt å bruke.

Personlig verneutstyr skal være typegodkjent av Direktoratet for arbeidstilsynet. Ved typegodkjenningen kan det settes særskilte vilkår om merking, bruksanvisning m.v.

Følgende hovedgrupper omfattes av forskriftene om personlig verneutstyr:

- Hørselvern
- Åndedrettsvern
- Hodevern
- Øyevern
- Verneutstyr for føtter og bein (og hender og armer)
- Sikkerhetsbelte med tau

Hørselvern

Hvis støynivået i gjennomsnitt i løpet av en dag er på 85 dB (desibel) eller mer, må arbeidstakerne bruke hørselvern. De må også bruke hørselvern der hvor de kan bli utsatt for impulslyd som f.eks. smell, eksplosjoner, slaglyd o.l.

Hørselvern deles inn i tre klasser - 1, 2 og L - etter dempingsegenskapene. Hørselvern i klasse 1 skal dempe den mest skadelige del av støyen med minst 22 dB. Klasse 2 har bedre dempingsevne - minimum 30 dB, men ligner ellers klasse 1 ved at høye frekvenser (lyse toner) dempes mest. Klasse L skal også dempe lavfrekvent lyd (dype toner) med minst 22 dB.

Det finnes hørselvern i form av aktive og passive øreklokker, formfaste propper og propper som en selv kan forme.



Figur 2.1. Valg av hørselvern.

Åndedrettsvern

Når en puster inn helsefarlig støv eller gasser, kan det føre til forgiftninger eller varige skader i f.eks. lunger, nyrer, lever eller nervesystem. Hvis det ikke er teknisk mulig å fjerne de farlige stoffene i lufta, er det helt nødvendig å bruke riktig åndedrettsvern. For å vite hvilket åndedrettsvern som er riktig å bruke, må sammensetningen av de farlige stoffene kjennes.

Det finnes hovedsaklig to typer åndedrettsvern:

- Åndedrettsvern med støv- og/eller gassfilter.
- Åndedrettsvern med tilførsel av friskluft eller pressluft.



Figur 2.2. Ørepropper og øreklokker.

NB! Støv- og gassfiltermasker kan bare brukes når det er nok oksygen i luften.

Støvfilter deles inn i 3 klasser: P1, P2 og P3. De gamle betegnelse (2a, 2b, 2c eller IIa, IIb, IIc) er imidlertid ennå i bruk. Den nye klasseinndelingen tar utgangspunkt i partikkelstørrelsen i det støv man skal beskytte seg mot, og mengden av støv i luften på arbeidsstedet. I tabell 2-1 er en oversikt over de forskjellige klassene.

Tabell 2-1: Støvfilterklasser.

Filter klasse	Beskytter mot:
P1 (2a - IIa)	Grovt støv. Gir sjelden fullgod beskyttelse, fordi fint støv ofte følger med grovt støv. Brukes kun dersom støvet er ufarlig.
P2 (2b - IIb)	Fint støv. Beskytter mot de fleste typer støv. Eks.: Boring i fjell eller i gruver, feiing av piper, slipearbeid, isolasjonsarbeid.
P3 (2c - IIc)	Særlig fint støv. Brukes når støvet inneholder giftige eller meget giftige partikler, kreftfremkallende stoffer, radioaktive partikler, bakterier, virus.

I tillegg til støv som trenger gjennom filteret, kan også noe støv trenge inn gjennom ventiler og ved maskens kanter. Lekkasje er vanligvis størst for engangsmasker, mindre for halvmasker og minst for helmasker. Helmasker skal alltid brukes når P3-filter må benyttes.

Gassfilter deles inn i klasser etter hvor mye gass/damp de kan ta opp. De gis kodebokstaver og farger som angir hvilke gasser de kan brukes mot (f.eks. A1, K2, osv.).

Klasse:

1
2 og 3

Brukes ved:

Konsentrasjoner under 0,1 volumprosent (1000 ppm¹)
Konsentrasjoner opp til 0,5 volumprosent (5000 ppm)

¹ ppm = parts per million

Filter i klasse 3 kan i en personlig, perfekt tilpasset helmaske brukes ved konsentrasjoner opp til 1 volumprosent (10000 ppm).

Tabell 2-2: Fargekoder. (henvisning i tekst mangler!)

Kodebokstav	Kodefarge	Beskytter ved (kun noen eksempler)
A	Brun	Løsningsmidler ved maling, lakk og limarbeid, styrén i lastbåt-industrien, klorerte hydrokarboner til avfetting. Dette filteret brukes også ved sprøyting med plantevernmidler og desinfisering av veksthus og hønsesus.
B	Grå	Sure gasser: Elektrolysearbeid Klor: Kloreringsanlegg i vannverk Hydrogencyanid (blåsyre) Gjødselgasser: Tømming av bløtgjødselanlegg under forutsetning av at det er tilstrekkelig oksygen tilstede.
E	Gul	Spesielt beregnet på svoveldioksyd: Brukes bl.a. ved roasting av malmer, ved forbrenningsanlegg.
K	Grønn	Spesielt beregnet på ammoniakk: Brukes bl.a. i papirindustri og kjemisk industri.

Hodevern

Det skal brukes lue, hårnett eller tørkle hvis arbeidstaker sitter ved en maskin med roterende deler.



Figur 2.3. Forskjellige typer åndedrettsvern.

Da hindrer en håret å vikle seg inn i maskindelene. Håret skal også dekkes til ved arbeid med skadelige eller forurensende stoffer.

Tabell 2-3: *Hjelmtype. (henvisning i tekst mangler!)*

Hjelmtype	Egenskaper/bruksområde
A	Beskytter mot fallende gjenstander.
B	Har avstivete sider og kan derfor beskytte hodet i noen grad mot klemskader. Vanlige bruksområder: Skogbruk, gruve-, stein-, bygnings- og anleggsindustri, skipsverft, og ved laste- og lossearbeid.
AV BV	Har samme egenskaper som hhv. A og B. V står for varme. Det vil si at hjelmene tåler en viss varmepåkjønning og brukes i bedrifter hvor man utsettes for varmestråling. Eks.: Stålverk og støperier.

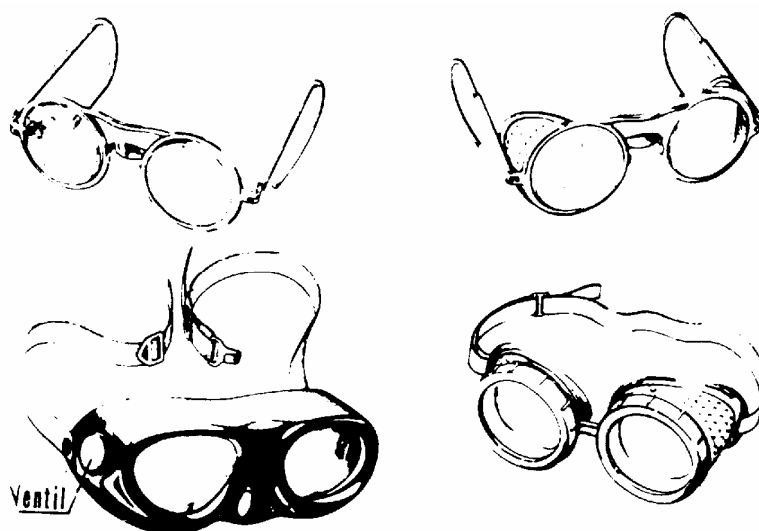
Øyevern

Øynene kan skades av sterkt lys, splinter, sprut fra kjemikalier, støv og gasser. Øynene kan også skades hvis de utsettes for lys i bestemte bølgeområder f.eks. ultrafiolette stråler ved elektrosveisearbeid.

Alminnelige briller må ikke betraktes som øyevern. Som beskyttelse mot splinter ved f.eks. sliping eller rustbanking må det brukes øyevern med splintsikkert glass eller plast. Plastglass gir god beskyttelse mot støv og gasser.

Sveiseblink er en øyeskade som oppstår hvis øyet treffes av ultrafiolett, sterkt lys. Sveiseblink kjennetegnes av sterk irritasjon og svie i øynene. For å unngå sveiseblink må en bruke mørke glass (filterglass). Sveiseglass inneles etter tetthetsgrad 1,2 - 16. Tetthetsgrad 16 slipper inn minst lys. Tetthetsgraden står merket på glasset.

Vernebriller med sideskjold beskytter øynene mot sprut fra siden. Vernebriller med kapsler slutter seg tett inn til ansiktet hele veien rundt.



Figur 2.4. Forskjellige typer øyevern.

Verneutstyr for føtter og bein

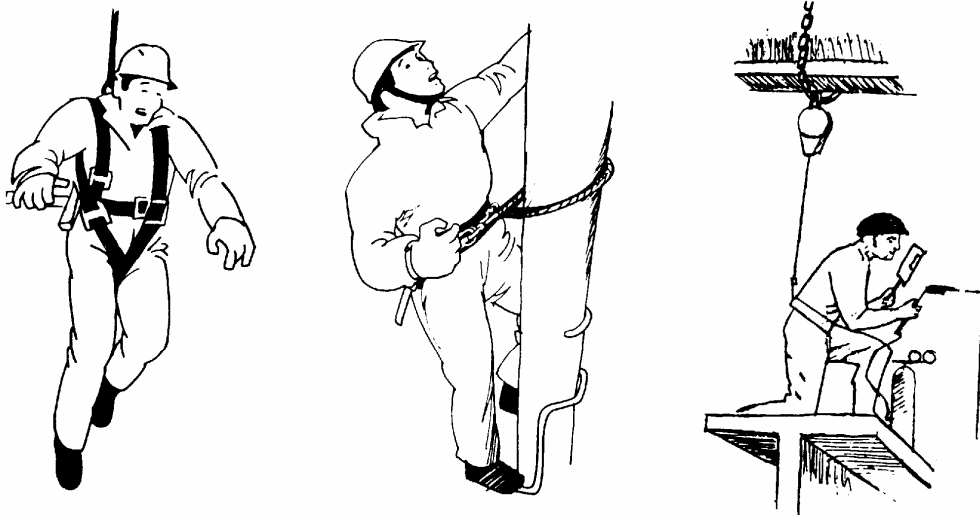
Hensikten med verneutstyr for føtter og ben er å beskytte mot slag, klemming, sprut fra etsende væsker og glødende metall. Vernefottøy skal også beskytte mot skadelige virkninger av kulde og fuktighet. Der det er nødvendig, skal sålen være slik utført at den minsker risikoen for å skli og beskytter mot spikertramp.

Sikkerhetsbelte med tau

Uansett andre sikkerhetstiltak krever visse arbeidsoppgaver at en bruker sikkerhetsbelte med tau.

Tabell 2-4: Typer sikkerhetsbelte. (henvisning i tekst mangler!)

Arbeidets art	Type belte
Arbeid i: Beholder, dyp brønn hvor luften kan være helsefarlig, siloer som inneholder f.eks. kull, malm, grus, korn og hvor ras kan forekomme.	Løftebelte: Under arbeid skal tauet holdes av særskilt vakt.
Arbeid i: Ledningsstolper av tre, ved vinduspussing o.l.	Støttebelte: Stropp eller rem skal holdes stramt under arbeidet.
Arbeid på steder hvor det er risiko for å falle ned: byggestillaser, tak, steinbrudd, gruver	Fangbelte: Kombineres gjerne med særskilt støttoppfanger. Tauet holdes loddrett.



Figur 2.5. Løftebelte, støttebelte og fangbelte.

2.4 PRODUKTMERKING

Kunnskapen om produktmerking er dårlig. Mange arbeidsgivere og arbeidstakere synes ofte å være mangelfullt informert om faremomenter ved de kjemikalier man anvender, og hvordan disse skal håndteres. Her er det mye "Lurium" ute og går. Livsfarlige væsker er funnet oppbevart på vanlige brusflasker. Undersøkelser viser at mange ikke kjenner symbolene for varselsmerking, eksplosjonsfare og luftbehov. Dette kan skape farlige situasjoner



2.4.1 YL-merking (krav utgått pr 1.juli 2005)

Tidligere var det krav om at stoffer som inneholdt organiske løsemidler skulle tidligere merkes med yrkeshygienisk luftbehov (YL-merking).

Med YL-tall mentes det yrkeshygieniske luftbehovet i m^3 luft pr. liter forbrukt produkt av organiske løsningsmidler.

YL-gruppen for det korrigerede yrkeshygieniske luftbehov leses av i tabell 2-5:

Tabell 2-5: YL-grupper og YL-tall

YL-gruppe	YL-tall
00	$0 \leq m^3/l \leq 30$
0	$30 \leq m^3/l \leq 100$
1	$100 \leq m^3/l \leq 400$
2	$400 \leq m^3/l \leq 800$
3	$800 \leq m^3/l \leq 1600$
4	$1600 \leq m^3/l \leq 3200$
5	$3200 \leq m^3/l \leq \dots$

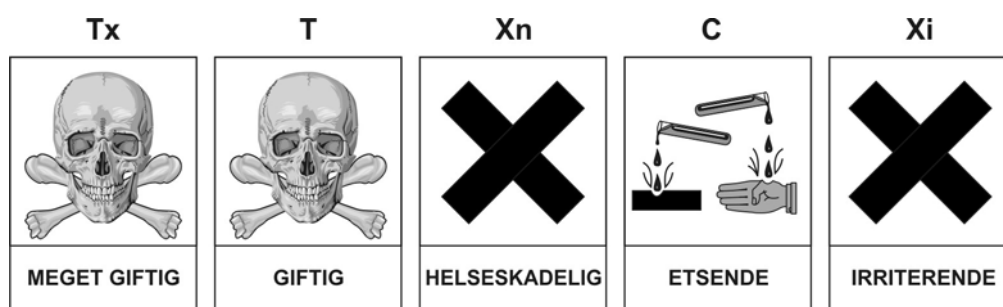
Krav om YL-merking ble tatt ut av forskriften fra 1.juli 2005. Dette hadde sammenheng med tilpassing til EU. Men Arbeidstilsynet oppfordrer til å gi tilsvarende informasjon som et element i forbindelse med for eksempel risikoanalyse.

2.4.2 Merkeforskriftene

Merkeforskriftene, som ble gjennomført i 1983, gir regler for merking og omsetning av stoffer og produkter som kan medføre helseskade, og for merking av brannfarlige og eksplosive varer. Reglene omfatter både klassifisering, merking, emballering, produksjon, import og omsetning. Forskriftene omfatter i prinsippet alle stoffer og produkter som kan medføre helsefare med unntak av produkter som er underlagt spesiell lovgivning, som f.eks. plantevernmidler, legemidler, næringsmidler, kosmetikk, alkoholholdige drikker og tobakksvarer.

Helsefarlige stoffer/produkter inndeles i:

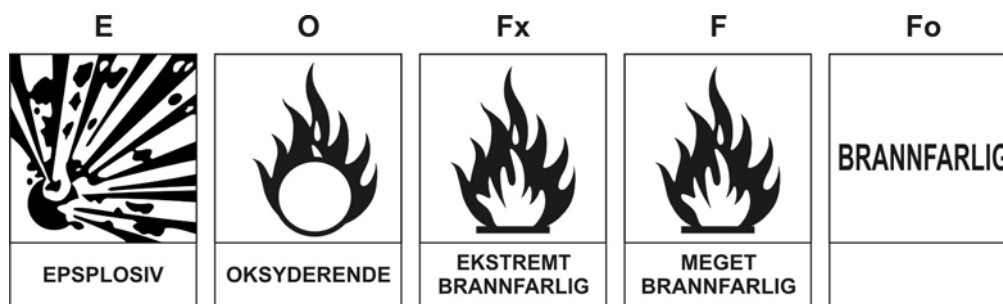
- Følgende fareklasser:
 - meget giftig (T_x)
 - giftig (T)
 - helseskadelig (x_n)
 - etsende (c)
 - irriterende (x_i)
- Kan fremkalle allergi (x_n eller x_i)
- Kan fremkalle kreft (intet symbol) Klassifiseres som kreftfremkallende når produktet inneholder 0,1 vekt % eller mer av et kreftfremkallende stoff.



Figur 2.6. Symboler og bokstavkoder for helsefare.

Eksplasjon- eller brannfarlige egenskaper:

- eksplosiv (E)
- oksiderende (O)
- ekstremt brannfarlig (F_x)
- meget brannfarlig (F)
- brannfarlig (F₀)



Figur 2.7. Symboler og bokstavkoder for brann- og eksplosjonsfare.

2.4.3 Godkjenning av arbeidsmiljøtiltak og produkter

Arbeidstilsynet godkjenner bare tekniske innretninger m.v. når det er uttrykkelig fastsatt i lov eller forskrift at innretningen skal godkjennes av arbeidstilsynet. En del tekniske innretninger er underlagt ulike typer av godkjennelsesordninger fra arbeidstilsynets side. Enkelte typer produkter har fått fastsatt regler om typegodkjenning og typeprøving ved godkjent prøveanstalt. Dette er hjemlet i forskrift eller lov. (Eks. stillas, personlig verneutstyr.)

Arbeidstilsynet kan også kreve sertifisering av ulike typer utstyr og produkter f.eks. anleggsmaskiner og løfteinnretninger. Slik sertifisering skal foretas av fagkyndig person (dvs. person godkjent av arbeidstilsynets distriktskontor). For typegodkjenning kreves sakkyndig person (dvs. person godkjent av Direktoratet for arbeidstilsynet).

I andre tilfeller kan det være satt krav om granskning og kontroll av sakkyndig person før innretning blir tatt i bruk. (Eks. gruveheiser). For maskiner og utstyr som ikke har godkjennelsesordning kan arbeidstilsynet gi granskingsuttalelser. Slike uttalelser er av konsultativ karakter og kan ikke sidestilles med en godkjenning.

Arbeidstilsynet vil generelt nekte leverandører å bruke tekst om "godkjenning" i f.eks. annonser, når det ikke er hjemlet i krav, i forskrift eller lov. Det forekommer av og til at noen påberoper seg godkjenning fra en offentlig eller halvoffentlig tilsynsmyndighet/institusjon, f.eks. arbeidstilsynet, uten at vedkommende institusjon har meddelt eller i det hele tatt har anledning til å meddele godkjenning. Arbeidstilsynet har overfor produsenter og leverandører ved flere anledninger rettet oppmerksomheten mot dette forholdet, når uttrykket "godkjent" feilaktig er blitt brukt i annonser. "Godkjent" brukes bevisst for derpå å hevde sin uvitenhet.

Pr 10.04.2008

Kapittel 3. Miljøbelastninger

Menneskene har til alle tider vært utsatt for ulike typer miljøbelastninger. Dette kan være eksponering av fysiske og kjemiske miljøfaktorer, eller det kan være belastninger knyttet til psykiske, biologiske, ergonomiske eller sosiale forhold. Mange av oss eksponeres for kombinasjoner av belastning som kan være knyttet til arbeidsplassen eller i fritidssammenheng, eller begge deler:

- partikler (støv og fibre) med forskjellige mekaniske og kjemiske egenskaper
- gass i arbeidsmiljøet eller fra vegtrafikk og industriutslipp
- fysisk forurensning av type støy, vibrasjon eller visuelle og estetiske forhold
- radioaktiv radongass og radondatterprodukter
- psykososiale forhold, stress
- ergonomi
- mikroorganismer (bakterier, virus, muggsopp)
- damp/gass fra etsende stoffer, løsemidler etc.

Dette er forhold som må ”kartlegges” og gjøres noe med, slik at dette ikke over tid får utvikle seg til helseskade og sykdom.

3.1 ADMINISTRATIVE NORMER OG ANDRE GRENSEVERDIER

Administrativ norm (tidligere kalt yrkeshygienisk grenseverdi) står for den høyeste tillatte eksponering av et stimuli (støv, gass osv) en arbeidstaker kan utsettes for totalt i løpet av en dag.

Normene for luftforurensning i arbeidsatmosfære er satt for bruk ved vurdering av arbeidsmiljøstandarder på arbeidsplasser der luften er forurenset av kjemiske stoffer. Normene er fastsatt ut fra tekniske, økonomiske og medisinske kriterier, og de angir derfor ingen absolutt eller skarp grense mellom en farlig og en ufarlig påvirkning fra et medisinsk synspunkt. De medisinske kriteriene er fastsatt på grunnlag av biologiske effekter av de ulike stoffene hver for seg, og ikke stoffenes kombinasjonseffekter.

I prinsippet er imidlertid normene satt så lavt at et vanlig menneske ved eksponering på normnivå normalt ikke vil pådra seg helseskade gjennom et yrkesaktivt liv. Normene må betraktes som praktiske retningslinjer. Man bør alltid ha som målsetting å tilstrebe så lav eksponering for arbeidstakeren som mulig. Som en tommelfingerregel kan det sies at dersom konsentrasjonen av f.eks. støv eller gass i arbeidsatmosfæren ligger under 1/4 av adm. norm (*tiltaksgrensen*), kan luftkvaliteten ansees som tilfredsstillende. Dersom konsentrasjonen er over normen er luftkvaliteten uakseptabel, og man må sette inn hensiktsmessige tiltak for å redusere konsentrasjonen ned til tilfredsstillende nivå. Dersom konsentrasjonen ligger mellom normverdien og 1/4 av normverdi bør tiltak settes inn innen rimelig tid for å redusere luftforurensningen ned til et tilfredsstillende nivå (under tiltaksgrensen). Man bør også sette inn prosedyrer for prøvetaking av luftkvaliteten, ut over det som ansees som minimumskrav, for å sikre at de tiltak som settes inn gir de forventede resultater.

De administrative normene er av to typer:

- Gjennomsnittsverdier
- Takverdier

Administrativ norm er basert på eksponering 8 timer pr arbeidsdag. Avviket eksponeringstiden fra dette må normverdien korrigeres (omvendt proporsjonalt med avviket fra 8 timer).

3.1.1 Gjennomsnittsverdier

Grenseverdiene er snittverdier og gjelder tidsveide konsentrasjoner over en 8 timers arbeidsdag og 40 timers uke. Det betyr at overskridelser av normen kan forekomme dersom konsentrasjonen for øvrig holdes så lav at gjennomsnittskonsentrasjonen for hele 8-timers-perioden ligger under normen. Store overskridelser av grenseverdiene er imidlertid ikke akseptabelt selv om gjennomsnittet over en hel arbeidsdag ligger under normen. Hvor store og langvarige overskridelser som kan aksepteres må vurderes i forhold til de andre arbeidsmiljøfaktorene på arbeidsplassen (støy, varme etc.).

Som en "tommelfingerregel" for hvor store overskridelser som kan aksepteres i perioder på opptil 15 minutter legger Arbeidstilsynet (AT) følgende overskridelsesfaktorer til grunn (det forutsettes at gjennomsnittskonsentrasjonen for 8-timersskiftet holdes under normen):

<u>Område</u>	<u>Kan overskrides med</u>
For normer mindre eller lik 1	200 % av normen
For normer over 1 til og med 10	100 % av normen
For normer over 10 til og med 100	50 % av normen
For normer over 100 til og med 1000	25 % av normen

3.1.2 Takverdier

Det finnes noen stoffer hvor betraktningmåten ovenfor ikke brukes. Dette gjelder først og fremst stoffer med fare for akutt forgiftning eller med irriterende ubehagelig virkning. For disse stoffene er grenseverdiene angitt som en maksimalkonsentrasjon som ikke må overskrides. Normene for denne kategori stoffer er merket med **T** (takverdi).

Oversikt over de gjeldende administrative normer utgis og ajourføres av Arbeidstilsynet i et eget hefte; "Administrative normer for forurensninger i arbeidsatmosfære" (AT best. nr 361), som er en veiledning til Arbeidsmiljøloven.

3.1.3 Samvirkende effekter/kombinasjonspåvirkning

Forurenset luft vil nesten alltid bestå av flere forureningskomponenter i blanding. Det er derfor viktig å ta hensyn til eventuelle samvirkende effekter i tillegg til de individuelle, ved en vurdering av luftkvaliteten. Nedenfor er det nevnt hvilke typer samvirkende effekter som kan være aktuelle:

- **Additiv virkning.** Den samlede effekt av flere stoffer i en blanding er lik summen av effektene av de enkelte komponenter. Dette gjelder bare stoffer som har lik virkning på organismen.
- **Synergistisk virkning.** Den samlede effekt av flere stoffer i en blanding er større enn summen av effektene av de enkelte komponenter. Det kalles også synergistisk effekt når tilsetningen av et stoff som ellers ikke er aktivt forsterker effekten av et aktivt stoff ("katalysator").
- **Antagonistisk effekt.** Den samlede effekt av flere stoffer i blanding er mindre enn effekten av den aktive komponenten i blandingen når den er alene.

3.1.4 Bruk av administrative normer

De administrative normer gitt av Direktoratet for arbeidstilsynet, er ment som hjelp til å vurdere arbeidsmiljøstandarden på arbeidsplasser der luften er forurenset av kjemiske stoffer eller annet. Det antas at nesten alle arbeidstakere gjennom hele sitt yrkesaktive liv kan utsettes for disse konsentrasjonene uten skadevirkning. Normene er anbefalinger og i seg selv ikke juridisk bindende. Det blir de først når de forekommer i konkrete pålegg eller som forskrifter utgitt av Direktoratet for arbeidstilsynet.

3.1.5 Andre grenseverdier, normer og retningslinjer

Også en rekke andre grenseverdier, normer, retningslinjer og anbefalinger er etablert for å vurdere standarden ved eksponering for ulike miljøfaktorer og belastninger vi utsettes for både i arbeidsmiljø sammenheng og i det ytre miljø. Dette kan være miljøfaktorer som støy, vibrasjon, ioniserende (radioaktiv) stråling inkl. radon, belysning, klimaforhold (varme, kulde, trekk, fuktighet), m.m.

For støy benyttes eksempelvis to ”grenseverdier”, én gjennomsnittsverdi (85 dBA) og én takverdi (110 dBA). Det vil si at hvis støynivået overskrider takverdien 110 dBA én gang i løpet av en arbeidsdag uten at gjennomsnittsverdien overskrider 85 dBA, er grenseverdien overskredet og hensiktsmessige tiltak må settes inn for å redusere støynivået.

For det ytre miljø (i ikke-yrkesaktiv sammenheng) anvendes en rekke forskjellige retningslinjer og normer. Dette kan f.eks. være veiledninger eller luftkvalitetskriterier for å regulere påvirkning og sjenanse av støy og støv (svevestøv og støvnedfall) på nærområde og tredjeperson. Dette kan være anbefalinger og krav gitt i Forurensningsloven eller forhold knyttet til trafikkforurensning. Dette omtales senere.

De administrative normer og grenseverdier for luftkvalitet som benyttes i *arbeidsmiljø sammenheng* er mer nyanserte enn de grenser som benyttes i *innemiljø/utemiljø sammenheng*. I arbeidsmiljø (utgangspunkt 8 timer eksponering) bygger normene for luftforurensninger på godt dokumenterte undersøkelser av effekter og toleransegrenser i forhold til kjemisk og mineralogisk innhold. I inne- og utemiljø sammenheng (utgangspunkt 24 timer eksponering) er grenseverdiene ofte ikke knyttet opp mot sammensetning av ulike typer svevestøvpartikler f.eks. ved trafikkforurensning. Det forutsettes kun at partiklene ikke inneholder farlige komponenter. Men hva menes her med farlig? Dette er forhold som våre helse- og forvaltningsmyndigheter kontinuerlig arbeider med for å kunne fastsette så ”riktige” grenseverdier og luftkvalitetskriterier som mulig i forhold til den foreliggende risiko.

Verdens helseorganisasjon (WHO) har i løpet av de siste årene oppsummert alle tilgjengelige data om virkninger av svevestøv på befolkningen i ikke-yrkesaktiv sammenheng, og peker på en del viktige forhold i folkehelsesammenheng;

- Små partikler (PM_{2,5}) er mer potente (helseskadelige) enn større partikler (PM₁₀).
- Hyppigheten av ulike helseeffekter øker med partikkelkonsentrasjonen. Gjelder også ved lave konsentrasjoner.
- Å angi en nedre konsentrasjonsgrense for effekt av svevestøv (f.eks. PM_{2,5} eller PM₁₀) som fritar alle for risiko, er ikke egnet. Dette behøver ikke bety at en slik grense ikke finnes. Men da det finnes en rekke sårbare grupper i befolkningen, f.eks. astmatikere, allergikere, hjerte- og lungesyke, små barn og eldre, er altså en eksakt grenseverdisetting vanskelig og u hensiktsmessig.

- Derfor angir WHO kun risikoøkningen når partikkelkonsentrasjonen øker. Eks: I en by med 100 000 innbyggere der 1000 personer er astmatikere, vil antall sykehusinnleggelser pga. akutte luftveisproblemer øke fra 1,9 til 4,3 per døgn når PM₁₀ øker fra 50 mikrogram til 200 mikrogram per m³ luft med en varighet på 6 døgn.

3.2 LUFTFORURENSNINGER

Kvaliteten på de knappe 15 kg luft (10-12 m³) vi hvert døgn puster inn er minst like viktig som de 2-3 kg mat og drikke som vi i løpet av den samme tiden sender gjennom fordøyelsessystemet. Dette har vi muligens en tendens til å glemme i den totale sammenhengen og i vår hverdag.

Spørreundersøkelser vi har foretatt blant arbeidstakere innen gruve- og tunnelvirksomhet viser at tre av fire arbeidstakere frykter helseskade på grunn av langtidseffekter ved eksponering for støv, gass, sotpartikler fra diesel og støv mer enn risikoen for ulykker og belastningsskader. En vesentlig årsak til dette oppgis å ha sammenheng med massemedias tendens og evne til å dramatisere bl.a. når det gjelder å beskrive årsak og virkning av ulike typer forurensning, ikke minst gjelder dette oppslag om kreftproblematikken.

I det følgende skal omtales de viktigste luftforurensninger vi utsettes for både i arbeid og fritid.

3.2.1 Støv og partikler

I hverdagen, på arbeidsplassen og i skole og barnehage, ja nær sagt overalt, er vi omgitt og kontinuerlig utsatt for partikkelforurensning. Dette kan være uorganisk støv som mineral- og metalliske partikler, eller organiske støvtyper som forbrenningsprodukter (sot, PAH) fra trafikk eller industriutslipp, blomsterstøv, pollen, trestøv, oljepartikler osv.

Nedbrytning og erosjon gir en kontinuerlig tilførsel av partikler fra jordskorpen til luft og vann. Kvarts-, asbest- og andre naturlig forekommende mineralpartikler vil kunne påvises overalt, og er en naturlig del av vår hverdag.

Cadle (1966) har angitt følgende gjennomsnitt av svevestøvpartikler pr m³ luft i ikke-urbane områder:

10 – 1	mikrometer	:	100 000 partikler per m ³
1 – 0,1	mikrometer	:	20 millioner partikler per m ³
0,1- 0,01	mikrometer	:	300 millioner partikler per m ³

Uønskede virkninger ved eksponering av svevestøv er generelt:

- økt forekomst av bihulebetennelse
- hoste og bronkitt
- sykehusinnleggelser eller dødsfall pga. luftveissykdommer eller hjerte/kar-sykdommer

Innleggelser på sykehus og dødsfall forekommer hos spesielt utsatte grupper som eldre, syke mennesker og småbarn med luftveissykdommer. Svevestøvpartikler kan også påvirke allergiske reaksjoner. Eks. Dieselpartikler kan forsterke allergireaksjoner fremkalt av pollen (usikkerhet om dette også gjelder partikler som ikke stammer fra forbrenning). Langtidseffektene av å være utsatt

for svevestøv tyder på større hyppighet av sykdom og fremskyndet død i befolkningen enn effektene ved korttidseksponering.

I arbeidsmiljøssammenheng, hvor eksponeringstiden er 7-8 timer daglig 5 dager i uken, er problemstillingene knyttet til støveksposeringen annerledes enn i fritids- eller innemiljøssammenheng, hvor eksponeringstiden kan være varierende, og opptil 24 timer per døgn. Ved yrkesaktivitet er man med utgangspunkt i Forskrift om internkontroll, pålagt å overvåke og kontrollere risikoutsatte arbeidstakere. Denne kontrollen kan bl.a. omfatte lungefunksjon- og lungerøntgenundersøkelser, noe som kan avdekke begynnende fall i lungefunksjon og lungerøntgenforandringer.

En utvikling fra symptom til sykdom hos støvutsatte arbeidstakere kan være; begynnende lungeforandring, nedsatt lungefunksjon, bronkitt, kronisk bronkitt, kronisk obstruktiv lungesykdom (KOLS), emfysem, begynnende hjerte/karsykdom, støvlungesykdom, og i verste fall kreft. Hos ansatte i tungindustri, f.eks. bergverksansatte, tunnelarbeidere, smelteverksansatte, murere og sveisere er kronisk bronkitt en vanlig ”sykdom”.

KOLS som samfunnsproblem dukket opp allerede i 1952. Men det store sykdomsomfanget vi ser i dag har sammenheng med røykevanene hos folk – og er derfor selvforskyldt i manges øyne. Det er imidlertid ikke hele sannheten. Av de ca 20 000 nordmenn som får KOLS hvert år er ca 15 % blitt syke på grunn av arbeidsmiljøet og eksponering for støv, gasser og kjemikalier. I dag er KOLS prosjektert til å bli verdens tredje hyppigste dødsårsak innen 2010 (Gemini, okt. 2007).

Den vanligste plagen eksponering for svevestøv gir er mer akutte irritasjonsplager i øyne, svelg og lufttrøret. Dette er forbigående plager som vanligvis ikke medfører økt sykkelighet, men kan være plagsomt for den enkelte. Helseeffektene av svevestøv avhenger av hvor ofte og hvor store overskridelser av anbefalte grenseverdier som forekommer, I Norge utsettes mange for betydelige mengder svevestøv knyttet til trafikkforurensning og piggdekkslitasje av vegbanen. Dette er særlig i tettbygde områder med høy trafikkbelastning, hvor svevestøvmengden i tørre, kalde perioder om vinteren kan bli betydelig.

Den potensielle risikoen ved inhalering av støv, både i fritids- og arbeidsmiljøssammenheng, henger sammen med flere forhold:

- Mengde støv man utsettes for (*konsentrasjon*), og hvor mye av dette som holdes tilbake i lungene (*partikkelstørrelse*).
- Varigheten av støveksposeringen (*eksponeringstiden*).
- Støvetts sammensetning og øvrige spesifikke egenskaper.
- Den enkeltes følsomhet for den aktuelle eksponering.

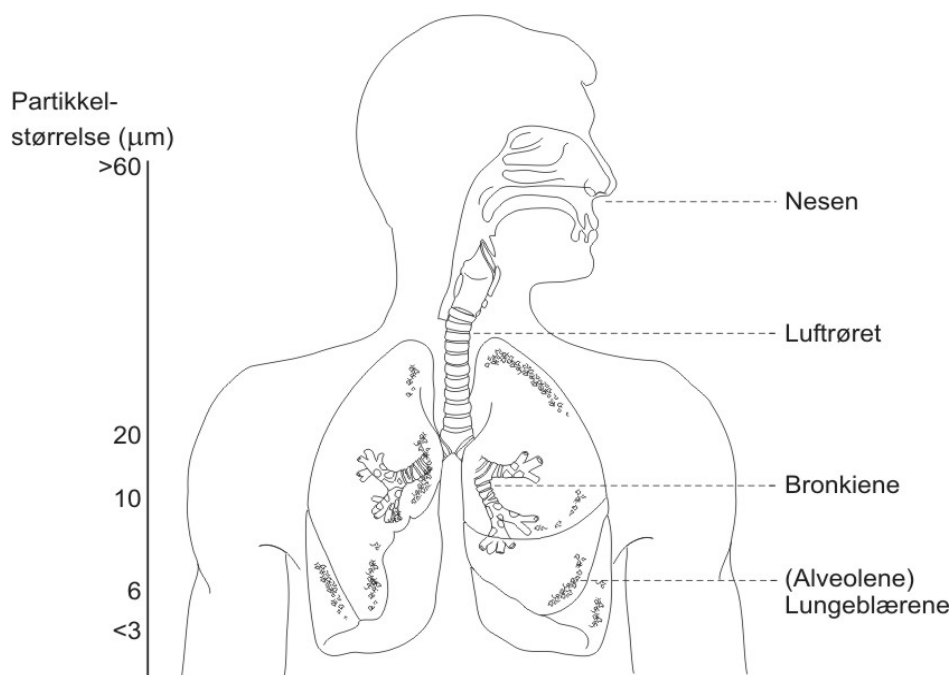
Å trekke slutninger om helserisiko for støv kun basert på et av disse forhold, f.eks. støvetts sammensetning, uten å se risikoen i sammenheng med også de andre faktorene fører galt av sted.

Respirasjonsveiene

Med støv menes vanligvis partikler mindre enn 300 μm (1 μm = 1/1000 mm) i diameter. Det skilles mellom finstøv og grovstøv. Finstøv er partikler mindre enn 5-7 μm (respirabelt støv) og kan trekkes ned i lungeblærene (alveolene), mens grovstøvet avsettes i de øvre luftveiene. Støv er synlig ned til ca. 10 μm , og dette vil si at det støvet som kan gjøre mest skade ikke kan ses.

Menneskenes pustesystem: Menneskenes pustesystem kan deles i flere deler. Inhalering foregår som oftest gjennom nesen. Nesen fanger opp store partikler, bakterier etc, og varmer opp luften. I de øvre luftveier er det flere forsvarsmekanismer mot partikkelinntrengning, bl.a. mandlene og lymfekjertler. Luften fortsetter så videre ned i lungene. Disse består av høyre og venstre lungehalvdel. Hver lungehalvdel er delt inn i lungelapper, tre på høyre side og to på venstre side. (Hver lungelapp er adskilt fra de andre og kan fungere uavhengig av dem.) Rundt lungene finnes en glatt hinne som kalles lungehinnen (pleura). Den fester lungene til omgivelsene og hindrer dem i å klappe sammen. Lungenes hensikt er å ta opp oksygen til blodet og frakte avfallsstoffer ut av kroppen.

I figur 3.1 er vist skjematisk pustesystemet vårt, og hvor de forskjellige partikkelstørrelsene avsettes i de ulike deler av luftveiene våre.



Figur 3.1 Menneskets pustesystem

Luftrøret er bygd opp av glatt muskulatur. Innsiden av disse rørene er kledd med små, korte flimmerhår; cilier. Kjertlene i veggens utsondrer et seigt slim som stanser støvpartikler og bakterier. Flimmerhårene svaier i takt og vifter slimet kontinuerlig oppover mot strupen. Der kommer slimet i spiserøret og blir svelget eller hostet opp og spyttet ut. Ved for eksempel røyking skades disse flimmerhårene og mange får den kjente "røykhosten" om morgenen. Når flimmerhårene er skadet er det lettere for støvpartikler og bakterier å trenge dypt ned i lungene og inn i lungeblærene (alveolene). Her "angripes" partiklene av de såkalte makrofagene (spisecellene) som prøver å kapsle inn partiklene, som over tid fjernes. Enkelte partikkeltyper, som f.eks kvarts og asbest kan trenge inn i lungevevet, og kunne skade dette. Dette kan gi bindevevs- og arrdannelse, og derved redusert elastisitet i lungeveggen og avtagende lungekapasitet. Partikkelstørrelse rundt 1 µm synes å ha størst ødeleggende effekt på lungevevet, men med avtagende effekt både for mindre og større partikler enn 1 µm.

Støv i bergindustrien og ved andre fjellarbeider

Mineralstøv har til alle tider vært oppfattet som et miljøproblem ved bergverksdrift, tunneldrift og andre fjellarbeider. Men også i mange andre industrielle sammenhenger kan støv utgjøre et betydelig arbeidsmiljøproblem. Litteratur som omhandler sammenheng mellom inhalasjon av mineralsk støv og lungesykdom er gammel. Alle typer støv, inklusive mineralstøv, vil når det bare inhaleres i store nok mengder, kunne føre til utvikling av skade i luftveiene.

Pneumokoniose er en felles betegnelse for å beskrive en yrkesmessig lungeskade på grunn av akkumulering av støv i lungevevet. Spesifikke navn som silikose, asbestose, siderose, talkose, kullstøvlunge/svartlunge, etc, benyttes for å beskrive lungeskade forårsaket av støv fra mineralene kvarts, asbest, jernoksyd, talk, og kullstøv.

Enkelte støvtyper kan være lett antennelige og eksplosive som f.eks. kullstøv og svovlkisstøv. Ulike typer metallrøyk, f.eks. sveiserøyk, kan utvikle spesifikke lungeskader. Radioaktivt støv fra uran- og toriummineraler og støv andre mineraler som førere radioaktive isotoper, hovedsakelig oksider og karbonater av beryllium, arsen, bly, krom, vanadium, antimon, mangan, tungsten, nikkel, sølv etc. kan også gi spesifikke lungeskader ved lengre tids eksponering.

Under jord er det mye vanskeligere å fjerne støv enn i dagen. Luftmengden er begrenset og mye energi må brukes for kontinuerlig å tilføre nok frisk luft for å tynne ut forurensningene. Derfor er det viktig at man kontinuerlig har fokus på støvproblematikken generelt og effekt og nytteverdi av ulike støvdempende tiltak, inkludert personlig verneutstyr. Tiltak som bruk av vann, avsug, filtrering, bruk av overtrykksventilasjon i maskinførerhus og kontrollrom etc. er viktig.

Fra tid til annen hevdes det at silikose er utryddet i Norge. Dette er imidlertid langt fra tilfelle. Fortsatt meldes det årvisst om tilfeller av silikose og blandingsstøvlunger i Norge. Det må derfor ikke glemmes at støv og støvlungesykdommer fortsatt må ha høy prioritet der bergarter og mineraler brytes og prosesseres. Samtidig må det understrekes at de tilfeller av silikose og støvlungesykdommer som påvises i dag henger sammen med eksponeringsforhold 10 til 30 år tilbake i tid.

Undersøkelser vi har foretatt ved bergverksdrift og øvrige fjellarbeider (og da spesielt under jord) viser at med dagens produksjonsmetoder med store, raske maskiner, stadig økende mekaniseringsgrad og automatisering, og høy arbeidstakt, generelt gjør at det i dag dannes betydelig større mengder luftforurensning per tidsenhet enn tidligere. I visse sammenhenger har produktiviteten utviklet seg raskere enn ventilasjon og andre arbeidsmiljøtiltak har gjort. Dog finnes det stadig eksempler på ny teknikk som reduserer forurensningene. Eksempelvis representerer elhydraulisk boring et klart bedre alternativ for miljøet enn trykkluftboring, fullprofilboring eliminerer sprenggass og dieselproblemene, elektrisk lasting er bedre enn diesellasting, moderne slurrsprengstoffer har gunstigere sprenggassammensetning enn Anolitt (ammonium og olje) og patronerte dynamittsprengstoffer, osv.

Men fortsatt er det en stor og kontinuerlig utfordring i HMS-arbeidet ved fjellarbeider å sørge for at den positive økningen i produktivitet ikke fører til en tilsvarende negativ utvikling i luftkvalitet, spesielt under jord.

God ventilasjon er en helt avgjørende forutsetning for å kunne utøve gruve- og tunnelaktiviteter. Dagens underjordsventilasjon er energikrevende og kostbar. Det eksisterer en øvre praktisk/økonomisk grense for hvor mye luft man kan tilføre før for høy lufthastighet der folk ferdes kan føre til negative opplevelser knyttet til trekk og avkjøling. Beregninger vi har foretatt viser at det i norske gruver og tunneler transporteres mer luft i *tonn pr tidsenhet* enn stein og malm/mineral. For

eksempel ble det i Lærdalstunnelen (verdens lengste vegtunnel – 24,5 km) i anleggsperioden transportert ca 3,5 ganger mer luft i tonn enn sprengstein. I den moderne og høymekaniserte kullgruven Svea Nord på Svalbard, med en årsproduksjon (2007) på 4 millioner tonn kull transporteres mer ventilasjonsluft i tonn pr år enn kull.

Arbeidsmedisinske undersøkelser de senere år har vist at arbeidstakere i tungindustri (f.eks bergverk, tunneldrift, smelteverk) har en større grad av nedsatt lungefunksjon enn andre industriarbeidstakere. Undersøkelsene viser at risikoen for nedsatt lungefunksjon og støvlungesykdom fortsatt må oppfattes som reell ved fjellarbeider der man har høy støveksponering. Men ennå har vi ikke nok dokumentasjon til å kunne si at dette kan isoleres alene til å være forårsaket av mineralstøv, men må sees i sammenheng med andre samvirkende/additive luftforurensninger. Det må også tillegges at bedre kontroll- og undersøkelsesmetoder og bedre diagnostikk, samt økt interesse for denne delen av arbeidsmedisinen, også har bidratt til at man i dag på et tidligere tidspunkt enn før oppdager negative symptomer og sykdomsutvikling.

På bakgrunn av undersøkelser innen HMS ved bergverk og andre fjellarbeider i mange år kan vi i dag generelt si at: arbeidsplassene har blitt sikrere, men ikke sunnere!

Det må her tillegges at det også fra andre bransjer og yrkesaktiviteter innen tungindustrien registreres signaler og funn som antyder at dette kan være en generell tendens.

Årvåkenhet, kunnskap, kontroll- og forebyggende tiltak av teknisk karakter, samt regelmessig og riktig helseovervåking må derfor understrekes ved denne type yrkesaktiviteter.

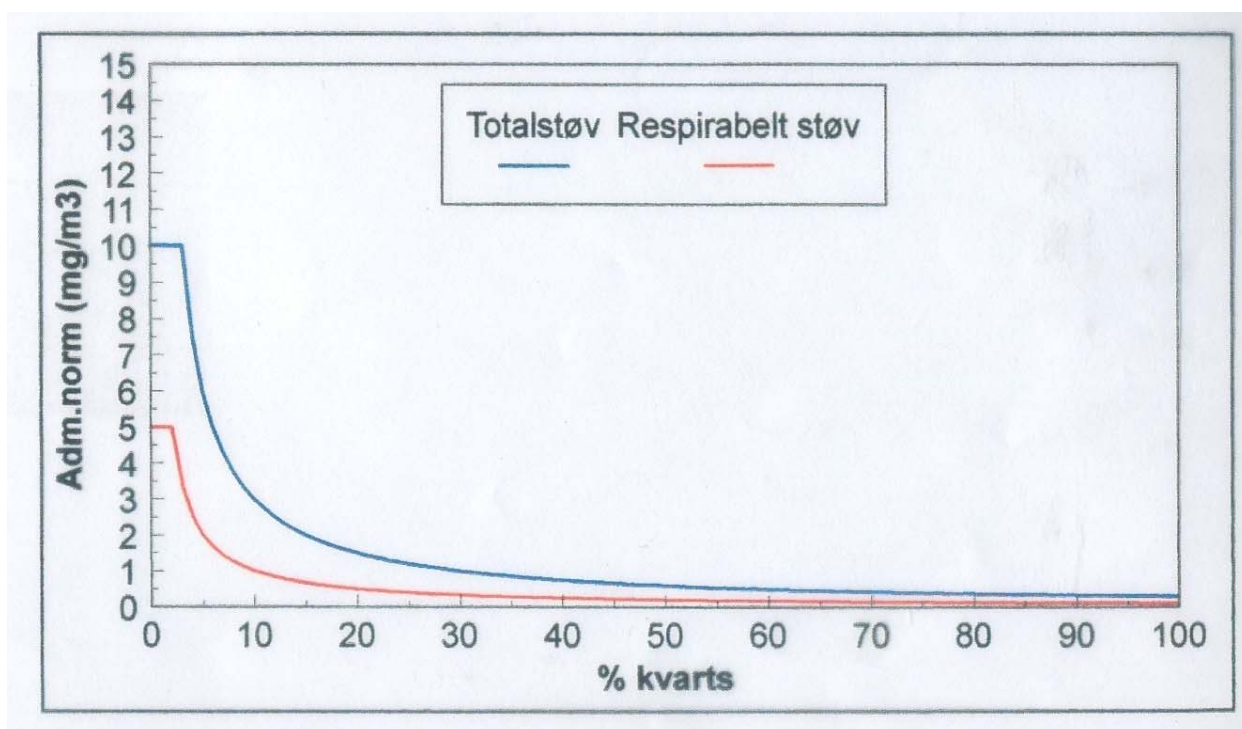
Administrative normer for støv

For aktuelle støvtyper er de administrative normer (2008) vist i tabell 3-1.

Tabell 3-1: Administrative normer for støv.

Støvtype	Totalstøv (mg/m ³)	Respirabelt støv (mg/m ³)
<i>α-kvarts</i>	0,3	0,1
<i>Kullstøv</i>	4	1,5
<i>Glimmer</i>	6	3
<i>Grafitt, naturlig</i>	5	2
<i>Klebersten</i>	6	3
<i>Kristobalitt, tridymitt</i>	0,15	0,05
<i>Organisk støv</i>	5	-
<i>Sjenerende støv</i>	10	5
<i>(støv uten kvarts)</i>		
<i>Talkum uten fiber</i>	6	2
<i>Uspesifisert sveiserøyk</i>	5	-
<i>Asbest, alle former</i>	0,1 fibre /cm ³	-

Administrativ norm for *kvartsholdig støv* er avhengig av innholdet av kvarts i støvet. I figur 3-2 er vist hvordan administrativ norm varierer med kvartsinnholdet. (Kilde: Tom Myran).



Figur 3.2 Administrativ norm for totalstøv og respirabelt støv som funksjon av kvartsprosent

Helseskader

Fire faktorer avgjør som nevnt tidligere den potensielle helserisikoen knyttet til eksponering for støv. Det er støvets sammensetning, partikkelstørrelsen, konsentrasjon og eksponeringstiden. I tillegg må også nevnes den enkeltes "følsomhet" for den aktuelle eksponering.

Støvets sammensetning: Det er den kjemiske og mineralogiske sammensetning som bestemmer støvets giftighet. Mens mineralstøv som kvarts og asbest har stor lungeskadelig effekt oppgis mineraler som f.eks. hematitt å kunne ha forebyggende effekt på giftig støv.

Silikoseforskningsinstituttet i Bochum oppga allerede tidlig på 60-tallet følgende relative verdier for "giftigheten" av ulike typer støv, med tanke på risiko for støvlungesykdom, se tabell 3-2. Tabellen må ikke oppfattes som absolutte verdier, men mer som en indikasjon på hvilke mineraler som må vurderes som potensielt helseskadelig.

Tabell 3-2: Giftighet for støv.

Mineraltype	Relativ "giftighet" *se anm.

<i>Kvarts</i>	<i>1.0</i>
<i>Asbest</i>	<i>0.7</i>
<i>Feltspat, hornblende, kloritt, amorft kvarts, glimmer og en del andre silikater</i>	<i>Kvartsinnhold > 25% = 0.7 Kvartsinnhold 6 - 25% = 0.5 Kvartsinnhold 1 - 6% = 0.3 Kvartsinnhold 0% = 0.2</i>
<i>Leirmineraler</i>	<i>0.2</i>
<i>Malm- og karbonatgruppen: Svovelkis-, bly-, sink- og koppermalm</i>	<i>0.1</i>
<i>Kullgruppen: Kull, koks, grafitt</i>	<i>0.01</i>
<i>Jernoksydgruppen: Jernoksyd osv.</i>	<i>0.01</i>
<i>Alkaliegruppen: Kalkspat, gips</i>	<i>0.0</i>

Anm. Det er uklart hva som her legges inn i begrepet "giftighet". Er det utvikling av støvlungesykdom? Eller er den kreftfremkallende effekten trukket inn?

Kvartsavtalen

På grunn av den store potensielle helserisikoen knyttet til eksponering for krystallinsk silika (α -kvarts), er det i EU utarbeidet et forslag om å redusere den administrative normen for kvarts i arbeidsatmosfæren. Ny norm anbefalt av SHOEL (Scientific Committee on Occupational Exposure Limits) var på under $0,05 \text{ mg/m}^3$ ($50 \text{ }\mu\text{g/m}^3$) for respirabelt støv. Den gjeldende normen er på $0,1 \text{ mg/m}^3$. Dvs. forslaget innebærer en halvering av dagens norm.

Forslaget representerte en stor utfordring for virksomheter med høyt kvartsinnhold i støvet, og ville kunne true eksistensen for disse. Forslaget representerte også en utfordring når det gjelder prøvetaking og analyse av kvarts på så lave konsentrasjonsnivåer? Og ikke minst; hvordan skal man klare å redusere kvartsnivåene på arbeidsplassen så drastisk? Dette må også sees i lys av at kvarts er det nest vanligste mineralet i jordskorpen, med et gjennomsnitt på 12 %.

For å omgå forslaget om reduksjon i adm.norm, ble det i oktober 2006 inngått en *avtale* om beskyttelse av arbeidstakeres helse gjennom en god/trygg produksjon, håndtering og bruk av krystallinsk silika, og produkter som inneholder det. Dette er en sektoravtale mellom de store arbeidsgiver- og arbeidstakerorganisasjonene i EU/EØS, og omfatter mer enn 2 millioner arbeidstakere i ulike yrkeskategorier. Berørte bransjer er:

- Berg-, pukk- og steinindustri (det antas også at BA-virksomhet og entrepenører er berørt)
- Keramisk industri
- Smelteverk og støperier
- Isolasjonsprodusenter

- Sement-, mørtel og betongindustri

Målet med avtalen er å etablere såkalt ”*Good Practice*”, dvs. etablere rutiner for organisatoriske og tekniske tiltak; prøvetaking, dokumentasjon, helseovervåking, opplæring/informasjon, tiltak, rapportering (nasjonalt, EU/EØS) m.m. Respirabelt krystallinsk α -kvarts skal holdes under $0,1 \text{ mg/m}^3$.

Arbeidstilsynet har foreløpig ikke involvert seg i avtalen, men ser positivt på arbeidet. Derimot har Arbeidstilsynet i en tid satt i gang en kampanje med fokus bl.a. på støv og kvarts, noe som medfører økt tilsynsvirksomhet, og derved vil målsetningen være den samme for EU’s kvartsavtalen.

Målinger av støv

Når vi skal foreta målinger av støv er vi opptatt av:

- støvets konsentrasjon
- støvets sammensetning
- opptreden av støv gjennom en arbeidsdag

Målingene skjer oftest ved at ei pumpe trekker luft inn gjennom en filterholder og støvet settes av på filteret. Filteret i pumpa veies før og etter prøvetaking og differansen blir da støvet som har festet seg på filteret. Filteret kan settes opp ved en arbeidsplass eller det kan festes på en person som bærer det igjennom en arbeidsdag. Slikt personbåret utstyr vises i figur 3-3.



Figur 3.3. Prøvetakningsutstyr for personlige prøver av støv i pustesonen.

Når det gjelder prøvetaking henvises til Arbeidstilsynets informasjon i bestillingsnr. 450 ”Kartlegging og vurdering av eksponering for kjemiske og biologiske forurensninger i arbeidsatmosfære”.

I forbindelse med øving om støv gis et eksempel om måling av støv og beregninger i denne sammenheng. Eksemplet er relevant i forhold til øvingen.

Eksempel – måling av støv i arbeidsatmosfære:

I et anlegg for produksjon av finmalt kalkstein ble det gjort parallelle målinger av støvkonsentrasjonen i lufta inne i anlegget ved hjelp av prøvepumpe og filterholder for totalstøv og syklon for respirabelt støv, se figur 1. Ved start og stopp av målingene ble luftstrømmen målt ved hjelp av rotameter. Prøvene av totalstøv og respirabelt støv ble samlet opp på filter. Samtidig med prøvefilterne ble det også veid inn 10 såkalte blindfilter for fastsette veiefeil. Prøvefilter og blindfilter ble veid før og etter prøvetaking. Måledata er gitt i tabell 1. Figur 2 viser luftstrøm i liter/min for rotameteret.

Tabell 1: Måling av totalt og respirabelt støv i produksjonsanlegg. Måledata.

Støv	Volumstrøm rotameter		Filter vekt i mg		Måletid i min.
	Start	Stopp	Før	Etter	
Totalt:	62	67	37,92	38,92	285
Respirabelt:	67	67	42,81	43,45	285
Blindfilter	Gjennomsnittsavvik: -0,15 mg. Standardavvik: 0,22				

Eksempel totalstøv:

Støv avsatt på filter: $38,92 \text{ mg} - 37,92 \text{ mg} = 1,00 \text{ mg}$.

Korreksjon for veiefeil: $1,00 \text{ mg} + 0,15 \text{ mg} = 1,15 \text{ mg}$ (filter veier for lite pga negativ veiefeil)

Avlesning rotameter: $(62+67)/2 = 64,5$.

Luftmengde, se heltrukket linje på rotameterkurve (figur 2): 1,90 liter/min

Støvmengde: $1,15 \text{ mg} \cdot 1000 \text{ liter/m}^3 / (1,90 \text{ liter/min} \cdot 285 \text{ min}) = \underline{\underline{2,12 \text{ mg/m}^3}}$

Eksempel respirabelt støv:

Støv avsatt på filter: $43,45 \text{ mg} - 42,81 \text{ mg} = 0,64 \text{ mg}$.

Korreksjon for veiefeil: $0,64 \text{ mg} + 0,15 \text{ mg} = 0,79 \text{ mg}$

Avlest rotameter: $(67+67)/2 = 67$.

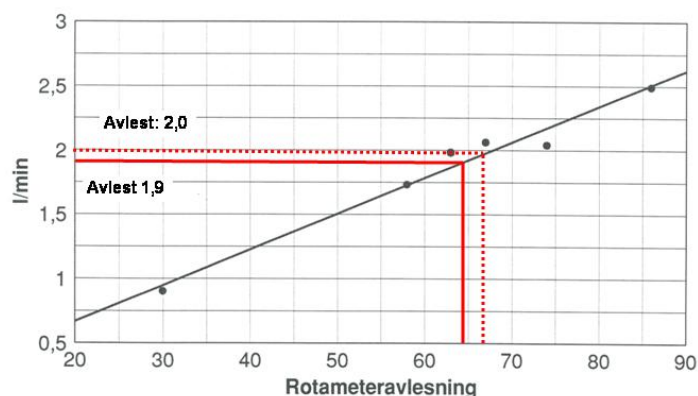
Luftmengde, se stiplet linje på rotameterkurve (figur 2): 2,00 liter/min

Støvmengde: $0,64 \text{ mg} \cdot 1000 \text{ liter/m}^3 / (2,00 \text{ liter/min} \cdot 285 \text{ min}) = \underline{\underline{1,30 \text{ mg/m}^3}}$

Figur 1: Oppstilling av dosimeter for å måle totalt og respirabelt støv



Figur 2: Luftmengde i liter/min som funksjon av rotameteravlesning.



3.2.2 Fiber

I luftforurensningssammenheng defineres en fiber som en partikkel med lengde $>5 \mu\text{m}$ (mikrometer), diameter $<3 \mu\text{m}$ og forholdet mellom lengde og diameter er minst 3:1.

Mineralfibre mindre enn 3 μm i diameter regnes for respirable. Det betyr at disse fibreene i stor grad følger luftstrømmen og kan avsettes i lungeblærene. Bare fibre som er tynne nok vil kunne nå ned i lungene selv om de er relativt lange.

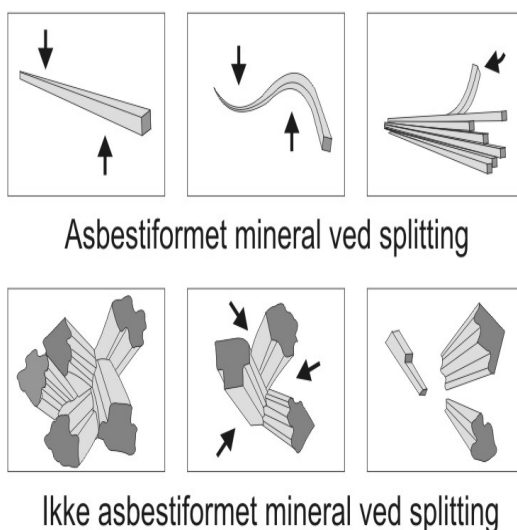
Følgende administrative normer for asbestfiber og industrielt fremstilte fibre gjelder per dato:

- Alle former for asbest: 0,1 fiber/ m^3 luft
- Industrielt fremstilte uorganiske fibre (Man Made Mineral Fiber = MMMF): 1 fiber/ m^3 luft.

Asbest

Asbest er en fellesbetegnelse på en spesiell type fiber som dannes av silikatmineralene serpentin og amfibol. Intet mineral er mer fryktet og omskrevet. Asbest, fiber, lungeskade og kreft er synonyme begreper hos mange mennesker. "En fiber kan drepe", er en påstand vi hører. Det ikke alle vet, er at asbest og andre fibrige mineraler er en vanlig bestanddel i jordskorpen. De finnes i våre omgivelser og i atmosfæren nær sagt over alt. Analyser av borekjerner fra relativt nydannede islag på Grønland viser samme asbestinnhold som i islag avsatt for én million år siden. Denne asbesten kommer fra naturlige kilder, og er ikke menneskeskapt. I lungene til de aller fleste eldre mennesker finner man asbestfiber.

Det finnes seks forskjellige asbestmineraler. Det er krysotil (hvit asbest, type serpentin), krokidolitt (blå asbest, type amfibol), amositt (brun asbest, type amfibol), antofyllitt (type amfibol), tremolitt (type amfibol) og aktinolit (type amfibol). Det spesielle ved asbestmineralene er at de alle deles på langs ved oppsplitting, se figur 3-4.



Figur 3.4. Fibrige mineraler ved splitting.

Alle de seks mineralene som myndighetene definerer som asbest, dvs. de er asbestiforme og splittes på sin karakteristiske måte, kan også opptre uten å være asbestiforme. Disse ikke-asbestiforme variantene har samme kjemiske sammensetning som de asbestiforme, men har ikke asbestmineralenes helseskadelige og kreftfremkallende egenskaper. De ikke asbestiforme

variantene av serpentin og amfibol er langt mer vanlige enn de asbestiforme. Analyser av disse asbestiforme og ikke-asbestiforme mineralvariantene kan være problematisk. I lysmikroskop er det vanskelig å skille de to variantene. Dette må derfor gjøre i elektronmikroskop.

Asbestmineralene har mange svært gode egenskaper som gjør at de har vært brukt ti i ulike sammenhenger opp i gjennom årene. De er varmebestandige, brannhemmende, har god isolasjonsevne mot elektrisitet, god motstand mot kjemisk påvirkning, er lett å veve og lage slitesterke materialer av. Asbest er kreftfremkallende, og i Norge, og i mange andre land er asbestbruk i dag forbudt. I Norge er det forbud mot å drive bergverksdrift på mineraler/bergarter med et asbestinnhold på mer enn 1 vekts %.

At asbest representerte helsefare, var kjent fra tidlig på 1900-tallet. Sykdommen asbestose ble første gang beskrevet i 1900 og rapportert i 1906. I 1927 ble betegnelsen ”asbestose” brukt for første gang, og fra da av ble lungefibroser (asbestose) som skyldtes asbeststøv akseptert som en spesiell sykdom. Første tilfelle av lungekreft hos en asbestpasient ble rapportert i 1933. Sammenhengen mellom lungekreft og asbestpåvirkning ble først akseptert rundt 1950, sammenhengen mellom asbest og mesotheliom (kreft i lungehinnen) rundt 1960, og sammenhengen mellom mage- og tarmkreft og asbest først i 1970. Utviklingen av asbestrelaterte sykdommer tar lang tid, 20-40 år. Dette skyldes at lungene prøver å kapsle inn de asbestfibrene de ikke klarer å kvitte seg med på vanlig måte. Innkapslingen kan komme ut av kontroll og det dannes kreftsvulster

Når det gjelder asbestbetingede sykdommer opererer man historisk med fire faser. Fram til 1960 forekom sykdom først og fremst blant dem som hadde produsert asbest og asbestprodukter – arbeidstakere i gruver, møller og i produksjon der asbest var råvare. Rundt 1960 dukket asbestsykdommer opp hos dem som brukte asbestprodukter – bygningsarbeidere, arbeidere på skipsverft og i kjemisk industri. Rundt 1990 regner forskerne med at en ny fase har startet. Grunnen er at asbesten i bygninger, rundt rør og i maskiner osv. ikke forsvinner. Dette kan føre til asbesteksponering innen byggebransjen ved vedlikehold, reparasjon, installasjon og rivning. I dag er kunnskapen om asbest så god at helsefarlig asbesteksponering bør kunne forebygges og unngås. Den fjerde fasen regner man vil ramme land i den tredje verden. Forbruket av asbest har her vært voksende, og de rike industrialiserte land i vesten har til dels eksportert sine asbestproblemer dit. Et av mange eksempler er eternittfabrikken på Slemmestad. Da den ble stengt i 1980, ble produksjonsutstyret for asbestementen solgt til Pakistan.

I diskusjonen om helsefare knyttet til asbest- og fiberproblematikken er det viktig å skille mellom asbestfiber (asbestiforme) og ikke-asbestfiber (ikke-asbestiforme). Det vi vet er at all asbest er fibrig, men at ikke alle fibre er asbest. Det finnes totalt ca 250 mineraler som er fiberdannende, men bare 6 av disse er asbestmineraler. Det betyr at det ikke nødvendigvis kan settes likhetstegn mellom fibrig og asbestiform. Mange mineraler kan forekomme som fiber (ut i fra fiberdefinisjonen, men få som asbestiforme krystaller). Det er også viktig å være klar over at et asbestiformt fiber ikke kan bli dannet fra et ikke-asbestiformt mineral eller produkt ved knusing, maling eller annen mekanisk påvirkning. Her er det mange misforståelser ute og går.

Asbestfiber mindre enn 0,25 mikron i diameter og med lengde større enn ca 8 mikron er de biologisk mest aktive. Korte fiber har en vesentlig redusert aktivitet. Telling av fiber kan skje både ved bruk av lysmikroskop, og ved krav til større nøyaktighet, i elektronmikroskop. Det er imidlertid viktig å være klar over at den administrative normen på 0,1 fiber/m³ er basert på fibertelling i lysmikroskop ved ca 500x forstørrelse.

Røyking virker synergerende sammen med asbest. En som hverken røyker eller er utsatt for asbest sies å ha en sjanse på 1 til å få lungekreft. Tabell 3-3 under viser hvor stor sjansen er for kombinasjoner røyking/asbest.

Tabell 3-3: Sjans for lungekreft som følge av røyking kombinert med asbestpåvirkning.

	<i>Ikke-røyker</i>	<i>Røyker</i>
<i>Ikke utsatt for asbest</i>	<i>1</i>	<i>5</i>
<i>Utsatt for asbest</i>	<i>10</i>	<i>50</i>

En som røyker og samtidig er utsatt for asbestfibre, har altså 50 ganger større sjanse til å få lungekreft enn en som hverken røyker eller er utsatt for asbest.

Det er viktig å merke seg at produkter der asbest kan forekomme (eternittplater, linoleum, maling og andre produkter der asbest er tilsatt med hensikt) eller bundet i et materiale slik at asbestfiber ikke kan rives løs, heller ikke kan gjøre noen skade. Man behøver derfor ikke å rive og kaste alt som heter asbest. Dette kan føre til løsriving av asbestfibre slik at de kommer inn i atmosfæren. Ofte er det beste å kapsle inn, kle igjen, male over o.l.

MMMMF (Man Made Mineral Fibre)

MMMMF er industrielt fremstilte uorganiske fibre av flere typer, f.eks.:

- steinullfibre
- glassfibre
- kontinuerlige filamenter
- glassmikrofibre
- keramiske fibre
- slaggfibre
- plastfibre
- etc.

Hovedmengden av MMMF anvendes som varmeisolerende materiale i bygningsbransjen, og i noen grad som erstatningsmateriale for asbest. Mikrofibre brukes hovedsaklig i glassfiber-papir og til spesielle isolasjonsformål i flyindustrien.

Det har ikke vært påvist at MMMF kan gi helseskader utenom lokalirritasjon på hud.

3.2.3 Oljetåke

Oljetåke kan utgjøre et miljøproblem ved bruk i ulike industrielle prosesser (f.eks trykkeri, verksted, metallbearbeidende industri). Oljetåke er en partikkelforurensning som ved inhalering kan føre til negative effekter og skader i luftveiene (f.eks. oljelunge) på samme måte som f.eks. ved støveksponering. Olje kan inneholde over 1000 ulike kjemiske forbindelser. De helseskadelige effektene varierer over et bredt spekter, fra allergi, eksem til kreft ved høye eksponering over lang tid.

Under jord (bergverk, tunneldrift) var problemet med oljetåke for et par tiltalls år siden først og fremst knyttet til utstyr basert på trykkluftdrift (bormaskiner og lasteutstyr). Disse maskinene hadde et høyt forbruk av smøreolje. Ved at trykkluften passerer gjennom smøreoljen skjer det en nedknusning av oljedråpene, som rives med og tilføres omgivelsene. I dag benyttes bare i liten grad trykkluftdrevet utstyr under jord. Nesten all boring i større skala er basert på bruk elektrisk-hydrauliske bormaskiner som knapt nok avgir noe oljetåke til omgivelsene, og problemet med oljetåke er løst i denne sammenheng. Over jord benyttes en god del trykkluftdrevet utstyr, uten at dette medfører tilsvarende miljøproblem som under jord.

Luftbåret olje finnes i to faser, væske (partikler i form av tåke eller røyk) og gass. De to fasene opptrer i likevekt. Den administrative normen (1 mg/m^3) gjelder bare for væskepartikler (oljetåke). Den prøvetakingsmetode som anvendes må derfor bare ta opp partiklene og slippe gassfasen igjennom. Det er ikke rapportert om forgiftning pga. en enkelt eksponering for oljetåke. Det er den langvarige eksponeringen som utgjøre en helseisiko.

3.2.4 Sot

Under forbrenning av drivstoff for kjøretøy (bensin, diesel) dannes det sot og uforbrente oljerester. Total mengde forurensning fra diesel er lav i forhold til bensin. Men enkelte forurensninger fra diesel er imidlertid spesifikke, f.eks lukt (aldehyder, nitrose gasser) og røyk (sot). Sot sees som hvit, blå eller svart røyk. Utslippet av sot fra en bensinmotor er normalt lavt ($1/20 - 1/100$) i forhold til en dieselmotor.

Hvit røyk er kondensert drivstoff, mens blå røyk består av svært små oljedråper. Disse opptrer vanligvis etter start av kald motor og avtar i intensitet etter som motoren blir varmere. Dette skyldes uforbrent eller delvis brent drivstoff. Etterhvert som belastningen øker innen det normale belastningsområde blir eksosen gråaktig. Dette skyldes karbonpartikler som er i eksosen selv ved høyt luftoverskudd. Ved høyt olje/luft-forhold blir eksosen mørk, med til dels høy konsentrasjon av CO. Det er spesielt i denne svarte røyken at kreftfremkallende hydrokarboner (PAH) kan opptre.

På tross av en rekke positive tiltak knyttet til vegtrafikk, men også under jord (bergverk, tunneler) som har bidratt til å redusere eksponeringen for dieseleksos, er det i dag en generell uro knyttet til utslippet av de aller fineste partiklene fra diesel. Renere dieseldrivstoff, motorer med bedre forbrenning, og avgassrensing (f.eks partikkelfilter) har generelt ført til et redusert utslipp av både partikler og andre forurensninger. Vektmengden sotpartikler har minsket, mens antallet og andelen av de aller fineste partiklene synes å ha økt. Dette bekymrer, både når det gjelder dieselmotorer i storbyer og brukt under jord (bergverk, tunneler).

I Norge har vi (pr. 2008) ingen separat administrativ norm for *sotpartikler* fra dieselmotorer i arbeidsmiljø sammenheng. Andre land har innført slike normer. I Sveits er normen $0,2 \text{ mg/m}^3$ målt som totalt karbon, og i Tyskland $0,1 \text{ mg/m}^3$ målt som elementært karbon. I USA ble normen i 2006 redusert fra $0,4$ til $0,16 \text{ mg/m}^3$ totalt karbon.

3.2.5 PAH

PAH = Polysykliske Aromatiske Hydrokarboner

PAH dannes ved ufullstendig forbrenning av fossilt brensel (kull, olje, bensin) og annet organisk materiale. Ved romtemperatur er PAH fast stoff, men ved oppvarming vil en betydelig del forekomme som damp. PAH tas opp ved innånding, svelging og hudkontakt.

PAH er påvist i tjærestoffer, sot, eksos, tobakksrøyk, gjær, røykte matvarer, ved skogbranner og i sedimenter, og opptrer både naturlig og som industriforurensning i luft, jord og vann. Hvor mye som dannes er avhengig av oksygentilførsel, forbrenningstemperatur og utgangsmateriale. De ulike PAH-forbindelsene består av en rekke forskjellige molekyler, og har forskjellig ladning, smeltepunkt og kokepunkt.

De helsemessige konsekvensene er lungekreft, nyrekreft, hudkreft og eksem. Noen PAH-forbindelser er svært kreftfremkallende, mens andre utgjør en mindre risiko for de som blir eksponert.

Administrativ norm er 0,04 mg/m³ (2008).

Den helsemessige risikoen ved PAH har lenge vært kjent. Allerede i 1775 ble det påvist en sammenheng mellom kontinuerlig kontakt med tjæreholdige stoffer og hudkreft blant engelske skorsteinsfeiere.

Andre helseplager er pigmentforandringer og lyssensibilitet i huden. Eksponering kan også føre til økt slimproduksjon og lokalirritasjon i huden.

Biologisk nedbrytning av PAH skjer aerobt ved mikroorganismer. Nedbrytningstiden er anslått til 6-16 år for de letteste forbindelsene. Beskyttelse mot eksponering: god ventilasjon, hansker og heldekkende beskyttelsesdress.

Kilder til PAH i arbeidsmiljøet:

- steinkulltjære (jern- og stålindustrien)
- elektroder med tjære (i aluminiumsindustrien)
- elektrodeproduksjon
- grafittproduksjon
- sot fra sveising
- sot fra motorforbrenning

De mest forurensende industriene er elektrokjemisk industri, petrokjemisk industri, varmekraftverk basert på olje, kull, bensin eller dieselmotorer.

3.2.6 Gasser

Dieselavgass

Over 1000 forskjellige stoffer i dieselavgass betegnes som potensielt helseskadelig. I ufortynnet avgass er konsentrasjonene av alle de viktigste stoffene i helsesammenheng betydelig høyere enn de angitte respektive administrative normene

Akutt overeksponering av gruvearbeidere er rapportert fra USA, med ubehag, slimhinneirritasjoner, hodepine, kvalme, trøtthet, samt stikninger i armer og ben som typiske symptomer. Symptomene

forsvant 24-48 timer etter stopp eksponering. Når det gjelder eksponering for dieselvass over lang tid er det først og fremst effekter på luftveier/lungesystemet som er undersøkt, men også risikoen for hjertekarsykdommer. Den kritiske effekten er utvikling av kreft. Undersøkelser viser at eksponering for dieselvass gir forhøyet risiko for kreft, uten at resultatene fra de ulike studier er entydige. Kreftfrisikoen synes i stor grad å være bundet til partiklene, samtidig som også partiklene kan spille en viktig rolle for irritasjonseffektene.

Allerede tidlig på 90-tallet anmodet det Rådgivende Utvalg for Arbeidet med Kreftfremkallende Stoffer i Yrkeslivet Arbeidstilsynet om å prøve å finne en egnet eksponeringsindikator for dieselvass. Men det var vanskelig å peke på en enkelt indikator som fanger opp helserisikoen, spesielt kreftfaren.

Bruk av partikkelfellesystemer kan bidra til å gjøre dieselvassen mindre helseskadelig, på tross av at denne utfelling av sotpartikler foreløpig ikke fjerner de helseskadelige gasskomponentene.

Dieseleksos, og da spesielt NO₂ og sotpartikler, er de enkeltfaktorer som regnes å være ventilasjonsdimensjonerende under jord (gruver, tunneler), eller i andre lukkede rom. Alle forbrenningsmotorer avgir de samme eksosprodukter, men ikke i samme relative mengde. Bensinmotorer avgir mye mer CO enn dieselmotoren, mens diesel avgir mer sotpartikler og NO₂ enn bensinmotoren. Årsaken til at det er forbud mot bruk av bensinmotor under jord er ikke først og fremst knyttet til utslippet, men skyldes at bensin som drivstoff er så mye mer brann- og eksplosjonsfarlig enn diesel.

Dieselvass består både av en gassfase og en partikkelfraksjon. Gassfasen inneholder bl.a. NO₂, NO, CO, SO₂, aldehyder og PAH. Partikkelfraksjonen består av kullstoffkjerner som danner kjeder eller andre aggregat under forbrenningsprosessen. Innholdet av svovel i diesel har stor innvirkning på partikkelutslippet. Dette beror på at en del svovel forbrennes til svovelsyre som kondenserer på kullstoffpartikler og binder vann og organiske forbindelser. Svovelet øker derimot ikke dannelsen av kullstoff (sot). Avgassutslippet fra en dieselmotor påvirkes av en rekke faktorer som belastning/kjørerutine, luft/brennstoff-forholdet, service og vedlikehold osv.

Ut over det at man skal holde seg under de administrative normer for luftforurensning eksisterer ingen krav til avgassutslipp for dieselmaskiner brukt under jord. Det finnes flere målemetoder for avgasser fra dieselmotorer, og felles for disse er at de må utføres i laboratoriet (motorprøvebenk under kontrollerbare driftsbetingelser) for å gi enhetlige og troverdige resultater. Slike analyser vil bli kostbare å utføre i praksis. Det synes å være usikkerhet blant norske maskinleverandører når det gjelder å fremskaffe relevante data for avgassutslipp. Hvorvidt ny kunnskap om diesel vil kunne få konsekvenser når det gjelder krav, kontroll og dokumentasjon av luftkvalitet eller motorer under jord er usikkert.

NO₂ har i en årrekke vært den enkeltkomponent, sammen med kvartsmineralet som har vært mest fokusert i helsesammenheng under jord. Eksponeringen for NO₂ er en konsekvens av maskinelt utstyr (diesel), sprengstoff, arbeidsrutiner og ventilasjon. Etter flere år med høringsrunder vedtok Arbeidstilsynet i juli 2007 å redusere administrativ norm for NO₂ fra 2 ppm (takverdi) til 0,6 ppm (gjennomsnittsverdi 8 timer) og 1,8 ppm (korttidsverdi 15 minutter). Dette representerer en kjempeutfordring for bransjen. Det forventes at flere bedrifter av økonomiske årsaker ikke vil kunne overholde den nye normen på kort sikt. Dette har Arbeidstilsynet tatt høyde for ved dispensasjonsmulighet i en overgangsperiode.

Sprenggasser

Røykproppen, dvs. sprenggassene som dannes etter sprengning representerte tidligere en alvorlig miljøbelastning under jord og på anlegg. Opp gjennom årene har det vært en rekke ulykker knyttet til eksponering for sprenggass, med alvorlig forgiftning og dødsfall som resultat. Helseerisikoen har først og fremst vært knyttet til gasskomponentene NO_2 og CO . Mengde giftige gasser fra sprengningen varierer med sprengstoffets sammensetning, tenningsmåte og graden av forbrenning.

Eksponeringen for sprenggasser er klart redusert de senere år både i gruver og tunneler. I gruver fordi det ikke lenger sprenges større salver mens folk er i gruva, men at dette normalt gjøres i skiftbyttet eller på kveldstid slik at man har hele natten å ventilere gassene ut på. I lengre tunneler benyttes ofte to-veisventilasjon, hvor sprenggassene suges fra tunnelen direkte fra sprengstedet, slik at man bare i mindre grad eksponeres for gassene.

En betydelig miljøgevinst er oppnådd ved bruk av slurry-sprengstoff, som gir gasser med klart lavere konsentrasjoner av f.eks. de primære gassene NO_2 og CO enn hva anolitt og pulversprengstoffer gjør. Det er dokumentert en sterk reduksjon av NO_2 , fra kanskje 20-30 ppm NO_2 for anolitt ned mot 2 ppm NO_2 for slurry, og noe mindre relativ reduksjon for CO . I prinsippet er det i dag forbud mot å passere gjennom ufortynnet sprenggass under jord uten tilstrekkelig vernutstyr.

I tabell 3-4 fremgår de gasser som regnes som helseskadelig i forbindelse med sprengning og dieseldrift.

Tabell 3-4. Viktige helseskadelig gasser ved sprengning og dieseldrift.

<i>Kjemisk formel</i>	<i>Kjemisk betegnelse</i>	<i>Annen betegnelse</i>
NO_2	Nitrogendioksid	Nitrøse gasser
NO	Nitrogenoksid	Nitrogenoksider
NO_x	= sum NO_2 og NO	Nitrøse gasser
CO	Kulloksid	Kullos, karbonmonoksid
CO_2	Kulldioksid	Kulldioksid
SO_2	Svoveldioksid	
	Aldehyder	

Disse gassene kan deles inn i tre grupper etter sin helsevirkning:

- *Lokalirriterende gasser*

Nitrøse gasser, SO_2 og aldehyder kommer inn under denne gruppen. Disse gassene virker irriterende på luftveier og lungesystem. I alvorlige tilfeller vil de føre til lungeødem (væske i lungene) og lammelse av åndedrettssystemet.

- *Blodgifter*

CO er en blodgift som ved innånding binder seg ca. 200 ganger lettere enn oksygen til de røde blodlegemer, og reduserer derved surstoffopptaket til kroppen.

- *Kulldioksid*

CO₂ vil i høye konsentrasjoner fortrenge luftens oksygeninnhold, og representerer derfor en potensiell årsak til surstoffmangel under jord.

Nedenfor er det gitt en oversikt over karakteristika og giftvirkning for disse gasser. De helseeffektene som er beskrevet er det totale forgiftningsforløpet. De høyeste konsentrasjonene, som kan føre til akutt forgiftning, vil en sjelden finne under jord. Unntaket vil være ekstreme situasjoner som f.eks. etter eksplosjon, i konsentrert skytegasspropp eller i konsentrert eksos fra dårlig vedlikeholdte forbrenningsmotor i kombinasjon manglende eller svært dårlig ventilasjon.

Nitrøse gasser

Nitrøse gasser betegnes ofte som NO_x, hvor x står for antall oksygenatomer. De vanligste er NO og NO₂. Disse gassene dannes ved sprengning og finnes i eksosen fra forbrenningsmotorer. NO er en fargeløs gass, mens NO₂ har en gulbrun farge og karakteristisk stikkende lukt som kjennes helt ned til ca. 3 ppm.

Lave gasskonsentrasjoner av NO₂ behøver ikke gi andre umiddelbare symptomer enn moderat hoste og uvelfølelse. Etter 5 til 7 timer oppstår tiltagende pustebesvær med utvikling av væskeansamling i lungene og fare for kvelning. Gasskonsentrasjoner på 200 til 300 ppm kan i løpet av få minutter være dødelig. NO₂ reagerer med vann til salpetersyre som er sterkt etsende og virker irriterende på hud og slimhinner. Innånding av nitrøse gasser i lave konsentrasjoner over lengre tid kan resultere i kronisk irritasjon i luftveiene med hoste, hodepine, tap av appetitt, uvelfølelse samt nedsatt motstand mot infeksjoner.

I Norge er per dato (2008) administrativ norm for NO₂ 0,6 ppm (reduisert fra 2 ppm som takverdi til 0,6 ppm som gjennomsnittsverdi i juli 2007). I EU-sammenheng er tidligere diskutert et forslag om reduksjon av normen for NO₂ ned til 0,2 ppm, med 0,4 ppm som takverdi.

For NO er normen 25 ppm som gjennomsnittsverdi.

Kulloksid

CO er en giftig gass uten lukt, farge og smak. Gassen opptas i blodet der den hindrer oksygentransporten. Helsefarlige mengder kan lett pustes inn uten at symptomer umiddelbart merkes. Som nevnt bindes kulloksid mye lettere til de røde blodlegemer enn oksygen. Dette medfører at blodets evne til å transportere oksygen reduseres.

I Norge er per dato (2008) adm. norm for CO 25 ppm som gjennomsnittsverdi over 8 timer. Virkningen av kort tids innånding av 300 ppm kan etter 45 minutter forårsake hodepine, brekninger og svimmelhet. Innånding av konsentrasjoner på 3200 ppm medfører bevisstløshet og død etter 20 minutter.

Kulldioksid

CO₂ kan i høyere konsentrasjoner nedsette surstoffinnholdet i luften. Ut over dette representerer CO₂ ikke forgifningsfare under jord. Administrativ norm er 5000 ppm (2008).

Svoveldioksid

SO₂ er en fargeløs gass med stikkende lukt, og irriterer slimhinnene i luftveiene og øynene hos mennesker og dyr. Gassen påvises i eksosen fra bl.a. dieselmotorer, og kan forekomme i høye konsentrasjoner ved sprengning i kisgruver. SO₂ er den viktigste komponenten i sur nedbør. Den har egenskaper som kan virke additivt til NO₂, og også muligens til CO. Høye konsentrasjoner kan gi pustebesvær og i ekstreme tilfeller føre til dødsfall (Storbyer/London 1952. Bergverk/Kisgruver i Norge som fører svovelkis/fare for eksplosjon). Administrativ normverdi er 0,8 ppm (2008).

Aldehyder

Aldehyder består av en gruppe delvis oksiderte hydrokarboner av mettede og umettede alifater og aromater. Disse organiske forbindelsene vil kunne forekomme som gass eller aerosol (tåke). Det mest kjente og omtalte aldehydet er formaldehyd.

Aldehydene har stor industriell anvendelse i sponplate- og møbelindustrien, ved fremstilling av plaster og fotokjemikalier, i farve og limindustrien, gummi- og sprengstoffindustrien.

Ved forbrenning av diesel og bensin dannes bl.a. mindre mengder av aldehyder (formaldehyd, crotonaldehyd, akrolein m.fl.). Konsentrasjonen av aldehyder er her direkte knyttet til mengden uforbrente bestanddeler av drivstoffet. Formaldehyd er et dominerende aldehyd, og vanligvis måles formaldehyd som indikatorsubstans for aldehyder.

Aldehydene har karakteristisk lukt ved lave konsentrasjoner. På grunn av formaldehydens vannløselighet reagerer den med slimhinnene i øyne, nese, strupe og de øvrige luftveier.

Det er ikke grunn til å tro at aldehyder fra sprengning eller dieseldrift under jord utgjør noe direkte helseproblem, men heller et ubehag/psykologisk problem ved at enkelte reagerer på lukten. Enkelte kan også reagere allergisk på formaldehyd. Luktgrensen for aldehyder ligger på ca. 1/10 av den administrative normen, som for formaldehyd er på 0,5 ppm/1 ppm(T) (2008). Ved konsentrasjoner over 5 ppm øker ubehaget raskt, og de fleste får rennende øyne. Konsentrasjoner over 10 ppm gir betydelig ubehag med hoste og pusteproblemer.

Radon

Vi utsettes kontinuerlig for ioniserende eller radioaktiv stråling. Radioaktive stoffer finnes i jord, vann og luft. Livet på jorden har utviklet seg under innflytelse og kanskje også i avhengighet av strålingen. Den viktigste strålekilden vi normalt utsettes for er radon. Sammenlignet med det totale strålebidraget fra radon er det liten belastning fra andre naturlige eller kunstige strålekilder vi utsettes for, som f.eks. kosmisk stråling, gammastråling fra omgivelsene, medisinske eller andre kunstige strålekilder eller radioaktive stoffer i vår egen kropp.

Radon er en naturlig forekommende edelgass som dannes ved at radium spaltes. Radium er et spalteprodukt fra uran. Radium finnes i små mengder overalt i naturen, og de fleste bergarter inneholder radioaktive uran- og torium-mineraler som avgir radon- og toron-gass, og deres datterprodukter, radon- og torondøtre, til luft og vann. Datterproduktene er metalliske partikler som kan feste seg på støvpartikler. Som bærere av radioaktive partikler, utgjør støvpartiklene en potensiell risiko for lungekreft ved inhalering i høye konsentrasjoner over lengre tid. Den primære strålebelastningen fra radon og radondøtre kommer fra datterproduktene. Dette har sammenheng med at radon pustes inn i lungene, hvor noe av radongassen spaltes til datterprodukter, før hovedmengden (ca 95 %) av radongassen pustes ut igjen. Radondatterpartiklene blir igjen i lungene og avgir alfastråler. Disse kan skade cellene i lungene, og over lang tid utvikle kreft. Alfastrålingen fra radondøtre har så kort rekkevidde at de lett stoppes i hudoverflaten vår, kroppsvev o.l. Partiklene kan derfor bare komme inn i kroppen vår ved innånding. De eneste delene av kroppen som får stråledoser av betydning er luftveiene og lungene.

Konsentrasjonen av radon i friluft er vanligvis svært lav, og representerer ikke noe helseproblem. Derimot kan radon med sine datterprodukter oppkonsentreres i inneluften, f.eks. i boliger, bergrom o.l. Aktiviteten av radon og radondøtre angis i Becquerel per kubikkmeter (Bq/m^3).

I gruver og andre bergrom der det er dårlig eller ingen ventilasjon, kan det ofte være høye radonkonsentrasjoner. Foruten berggrunnen er det radonholdig grunnvann som er de avgjørende faktorene for radonpotensialet under jord. Ved god ventilasjon reduseres radonnivået raskt. I boliger er det flere kilder som avgir radon til inneluften. Berggrunnen under huset vil alltid inneholde noe radium, og bygningsmaterialer og husholdningsvann kan ha forholdsvis høye radonkonsentrasjoner. Radiuminnholdet i berggrunn og jordsmonn varierer med ulike geologiske formasjoner, og dette vil gjenspeile de distriktmessige variasjonene i radonkonsentrasjonen innendørs.

Som tiltaksnivåer for radon anvendes i Norge per dato (2008) følgende verdier:

- Tiltaksnivå for radon på arbeidsplasser under jord eller i berggrunnen: 1000 Bq/m^3 .
- Tiltaksnivå for radon i inneluft: 200 Bq/m^3 .
- Tiltaksnivå for radon i drikkevann: 500 Bq/l (for enkeltbrønner). 100 Bq/l for vannverk.

For å beregne stråledosen fra en gitt radonkonsentrasjon, må en bruke modeller som både tar hensyn til fysiske og biologiske faktorer, f.eks. pustefrekvens, pustevei (nese/munn), alder og kjønn. Beregninger viser at en person som oppholder seg et år i en atmosfære med radonkonsentrasjoner på 60 Bq/m^3 , får en effektiv dose på ca. 3 mSv. Årsdosegrensen er satt til 20 mSv/år ved yrkeseksponering (2008).

De vanligste måtene å måle radon på er ved den såkalte kullboksmetoden eller ved bruk av sporfilm. Radondøtre kan måles ved at luft suges gjennom et filter (som ved vanlig støvmåling). Eventuelle radonpartikler vil feste seg på filteret, som senere analyseres.

Metangass

Metangass (CH_4) har tradisjonelt blitt oppfattet som et kullgruveproblem. En rekke eksplosjoner med dødelig utgang har da også forekommet i kullgruvene på Svalbard. Her er det ofte snakk om eksplosjoner som kan karakteriseres som en blanding av metan/kullstøveksplisjon. Antennelse og eksplosjon av metangass har imidlertid forekommet ved flere anledninger i andre bergarter enn kull, også i Norge. Metangass kan også utvikles i kloakksystemer, rørgater, søppeldeponi, gjødselskjellere osv.

Metangass er en klimagass som er ca 20 ganger ”sterkere” enn CO.

Egenskaper for metan:

- Eksplosjonsfarlig i området 4,5 – 14,5 %. Ikke giftig, luktfri, fargeløs og uten smak.
- Ca halvparten så tung som oksygen. Metan akkumuleres derfor mot taket (hengen) i graven/tunnelen, mens oksygen akkumuleres mot gulvet (liggen). Lav egenvekt øker diffusjonen gjennom porøse bergarter med 60 %.
- Metan er lite løselig i vann, men kan diffundere som bobler i vannførende sprekker, forkastninger og via hull.
- Lav metandiffusjon i permafrost (Svalbard), men øker i tint fjell.
- Lavt metaninnhold i kull på Svalbard: Svea Nord $0,8 \text{ m}^3/\text{tonn}$ kull, Longyearbyen $1 \text{ m}^3/\text{tonn}$, Kings Bay $4 \text{ m}^3/\text{tonn}$. Ubetydelig $0,3\text{-}3 \text{ m}^3$ metan/tonn kull, meget sterk $50\text{-}100 \text{ m}^3/\text{tonn}$.
- Økt kullproduksjon gir økt frigjøring av metan. Dette må kompenseres ved økt ventilasjon (eller andre tiltak).

Den gode ventilasjonen man normalt har i norske gruver og tunneler forebygger i de fleste tilfeller eksplosjoner. En noe større årvåkenhet spesielt i forbindelse med fullprofilboring der gasslommer lett kan samle seg foran støvskjoldet, er nok generelt på sin plass. Ut fra observasjoner av bergartstype og sprekkesystem kan mulige gasslekkasjer fra tilsvarende sprekker senere under drivingen påpekes. Der gass påvises må systematiske målerutiner legges opp, og bruk av hjelpeventilasjon (luftejektor, trykkluftspyling) benyttes. I de fleste situasjoner vil man ved disse

tiltak i tilfredsstillende grad kunne holde fortløpende kontroll med metan ved tunneldrift "on-shore" i Norge.

Derimot vil man ved tunneldrift "off-shore", eksempelvis under Nordsjøen, kunne få problemer med å holde kontroll med høye gasskonsentrasjoner bare ved ventilasjon alene. I reservoarbergarter i Nordsjøen med porøsitet 20 – 35 % og vannmetning 5 – 10 % av porevolumet, vil det eksempelvis på 700 - 800 m dyp kunne frigis omtrent $20 \text{ m}^3 \text{ gass/m}^3$ fast fjell. Dette vil kreve tiltak av samme type som benyttes i kullgruver som f.eks. gassdrenering gjennom borhull, vanninjisering eller kombinasjoner av disse metoder.

Oksygen

Mennesker er totalt avhengig av oksygen for å overleve. Behovet for oksygen og den mengde luft som passerer lungene varierer avhengig av hvor tungt fysisk arbeid man utfører. Lungeventilasjonen kan variere fra 8 l/min i hvile til over 100 l/min ved hardt arbeide

Egenskaper for oksygen:

- Luftens sammensetning ved havnivå: 78 volum % nitrogen, 21 % oksygen, 1 % andre gasser.
- Oksygen er ca 10 % tyngre enn luft.
- Arbeid under jord må stoppes ved oksygeninnhold under 19 %.
- Effekter ved ulike oksygennivå:
 - 17 % - Ubehag. Økt inhaleringsfrekvens. CO₂-innholdet i luften øker, begynner å bli irrasjonell.
 - 15 % - Svimmelhet, øresus, hjerteklapp, hodepine, besvime.
 - 13-9 % - Kvalme, hodepine, mister bevisstheten, blå lepper.
 - 7 % - Koma, krampe, dødelig.
 - < 6 % - Dødelig.

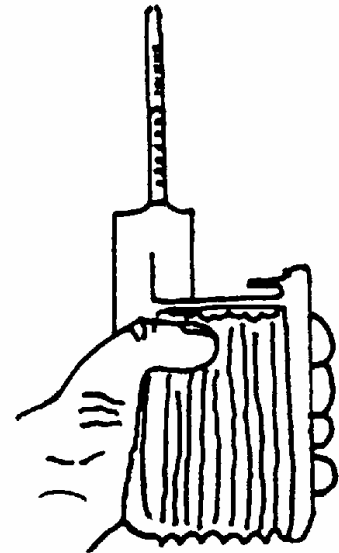
Jo hardere fysisk arbeid man utfører jo større luftvolum og forurensninger puster man og eksponeres for.

Grenseverdi for laveste tillatte oksygen-nivå ved arbeid under jord er som nevnt over 19 volum %. Kommer man under dette nivå skal arbeidsplassen forlates inntil verdien igjen har kommet over minimumsnivået.

Forråtnelse av trevirke og andre organiske forbindelser kan forårsake farlige reduksjoner i oksygeninnholdet i luften under jord. Oksidasjon av kull og andre mineraler som svovelkis og magnetkis kan også føre til oksygenmangel. Det samme kan også forårsakes av dieselmaskiner eller mennesker som forbraker oksygen, spesielt de tilførselen av frisk luft er begrenset. I uventilerte kloakkummer, gjødselkjellere og lignende må man være spesielt oppmerksom.

Måling av gasser

Gasser kan måles med indikatorrør. Dette er et rør som består av kjemikalier som reagerer med forskjellige gasser. Fargen på kjemikaliene forandrer seg når det er en bestemt gass til stede, og man kan lese av på en skala på selve målerøret hvor stor konsentrasjonen av gassen er. Et slikt rør montert på håndpumpe er vist i figur 3-5. Det finnes også en rekke andre typer av gassmåleinstrumenter basert på andre prinsipper. Disse kan være bærbare (f.eks. typer av dosimetre) eller stasjonære. Små bærbare passive dosimetre basert på et elektrokjemisk måleprinsipp benyttes mye under jord i Norge. Man skal imidlertid være oppmerksom på at disse instrumentene kan være beheftet med betydelige feil, dersom ikke service, vedlikehold og kalibrering utføres forskriftsmessig.



Figur 3.5. Håndpumpe med indikatorrør.

3.3 MILJØGIFTER

Blant de mest kjente kreftfremkallende (carcinogene) stoffene finner vi asbest, benzen, PAH, PCB, formaldehyd (formalin) og trikloreten.

Det meste av avfallet og utslippene fra menneskers aktiviteter er stoffer som er *nedbrytbare*, og kan gå inn i naturens kretsloop igjen. Men det finnes en del unntak. Det er de såkalte *miljøgiftene*. Dette er stoffer som vanskelig lar seg bryte ned, eller ikke er nedbrytbare i det hele tatt, og som selv i små mengder er giftige for levende organismer (H.Farstad, Menneske og miljø, 1997).

Miljøgiftene har lang levetid, og vil derfor bli lenge i naturen. Hvis de opptrer i en organisk form som kan lagres i fettvev, blir miljøgiftene akkumulert i organismene, og derved i naturkjeden. Dette gjelder også radioaktive stoffer, som sammen med mange av de andre miljøgiftene er kreftfremkallende og forårsaker skader på arveanlegg til mennesker, dyr og planter.

Miljøgiftene deles vanligvis i to hovedgrupper:

- Metaller
- Organiske miljøgifter

Metallene er grunnstoffer, og derved stabile og ikke utsatt for kjemisk nedbrytning. *Organiske miljøgifter* er ofte syntetiske produkter eller uønskede biprodukter fra industriproduksjon. De er ofte fremmedstoffer i økosystemene, og det fins ingen mekanismer for hurtig naturlig nedbrytning.

Viktige miljøgifter er *bly, sink, kopper, krom, kadmium og kvikksølv*. Statens Forurensningstilsyn (SFT) har også gitt andre miljøgifter høy prioritet; *fluorider, dioksiner, alkylbenzener, fenoler, PAH (tjærestoffer), PCB (forkortelse for polyklorerte bifenyler), VOC (engelsk forkortelse "Volatile Organic Compounds" som omfatter alle organiske stoffer som fordampes lett, det vil i praksis si organiske løsemidler), tinnorganiske forbindelser, TBT*.

Dioksiner

Av de organiske miljøgiftene er det ofte satt fokus på *dioksiner*. Dette er en fellesbetegnelse for 210 organiske stoffer som inneholder klor, hvorav tolv er svært giftige. Dioksiner kan føre til kreft og ødeleggelse av immunforsvaret. Det kan også skade arveanleggene til mennesker, noe som ble kjent da en fabrikk i Seveso i Nord-Italia slapp ut 2,5 kg av stoffet, med katastrofale konsekvenser.

Dyr og mennesker kan få i seg dioksiner gjennom huden, lufta man puster inn, eller ved å drikke forurenset vann. *Mat* er allikevel den viktigste kilden.

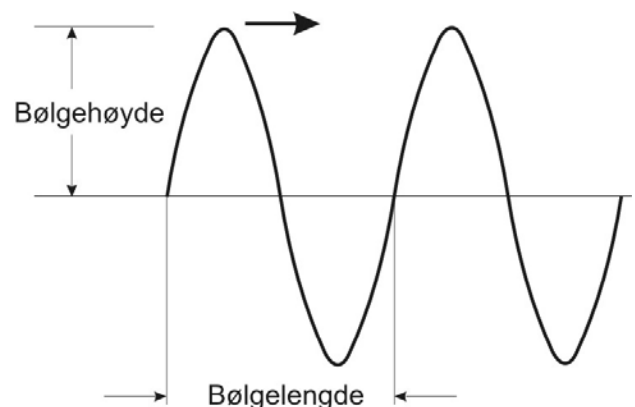
Dioksiner dannes bl.a. ved forbrenning av organisk materiale under nærvær av klor. Brukte melkekartonger av klorbleket papir og med litt melkerester kan danne dioksiner ved brenning. Det er også påvist dioksiner i røyken fra søppelforbrenningsanlegg, og magnesiumfabrikker, men også i bileksos, sigarettøyk, utslipp fra treforedlingsfabrikker og i kumelk og morsmelk.

3.4 STØY OG VIBRASJON

3.4.1 Støy

Lyd, frekvens og desibel

Lyd er bølgebevegelse som oppstår ved at en lydkilde setter luftpartikler i bevegelse og dermed skaper variasjoner i lufttrykket, såkalt lydtrykk. Lydtrykkbølgene sprer seg gjennom luften med en hastighet på ca 340 meter per sekund. Lyd kan også forplante seg gjennom faste stoffer (strukturlyd) og i væsker (f.eks. vann).



Figur 3.6. Bølgelengde og bølgehøyde.

Frekvensen eller tonen til lyden forteller hvor mange ganger i sekundet lydtrykket varierer. Én variasjon i sekundet betegnes 1 Hertz (Hz). Sammenhengen mellom frekvens og maskinturtall er gitt med $1 \text{ Hz} = 60 \text{ omdreininger per minutt (rpm)}$.

Basslyd har lave frekvenser, mindre enn ca 500 Hz, mens diskantlyd har høyere frekvenser. Normalt kan mennesker oppfatte lyder med frekvenser mellom ca 20 Hz og 20 000 Hz. Eldre mennesker vil kunne ha problemer med å oppfatte lyd med frekvens over 10 000 Hz. Dersom en lyd har lavere frekvens enn 20 Hz kalles det for *infralyd*, men lyd høyere enn 20 000 Hz kalles *ultralyd*.

Styrken på en lyd angis som lydnivå i desibel (dB). En lydnivåforandring på 1 dB er knapt merkbar, mens en forandring på 10 dB av mange subjektivt vil oppfattes som en halvering/fordobling. For hver gang energien i en lyd fordobles, øker lydnivået med 3 dB. **En økning eller reduksjon i støynivået på 3 dB representerer altså en fordobling resp. en halvering av lydnivået.** På bakgrunn av dette blir det derfor egne regneregler for desibel-tall:

- To like lydkilder på 2 dB gir et totalt lydnivå på : $2 \text{ dB} + 2 \text{ dB} = 5 \text{ dB}$
- To like lydkilder på 85 dB gir et totalt lydnivå på : $85 \text{ dB} + 85 \text{ dB} = 88 \text{ dB}$

En støybelastning på 88 dB er dobbelt så mye som en støybelastning på 85 dB. Smertegrensen er ca 125 - 130 dB.

Støy er definert som ”uønsket lyd”. Det vil si at all lyd som skader, plager, irriterer eller forstyrrer et menneske er støy. Mens lyd er et målbart fysisk fenomen er ordet ”uønsket” knyttet til det enkelte menneskes subjektive vurderinger, som ikke kan måles. Egentlig kan man ikke måle støy, men lyd. Er vedkommende på ”godfot” med naboen, behøver slett ikke en motorklipper være et irritasjonsmoment selv om dette skjer i middagsluren på søndag, eller når familien sitter i hagen. I motsatt fall blir virkningen uønsket lyd. Støy kan også i visse tilfelle ”tilvennes”, men skadevirkningene støymessig er like fullt til stede.

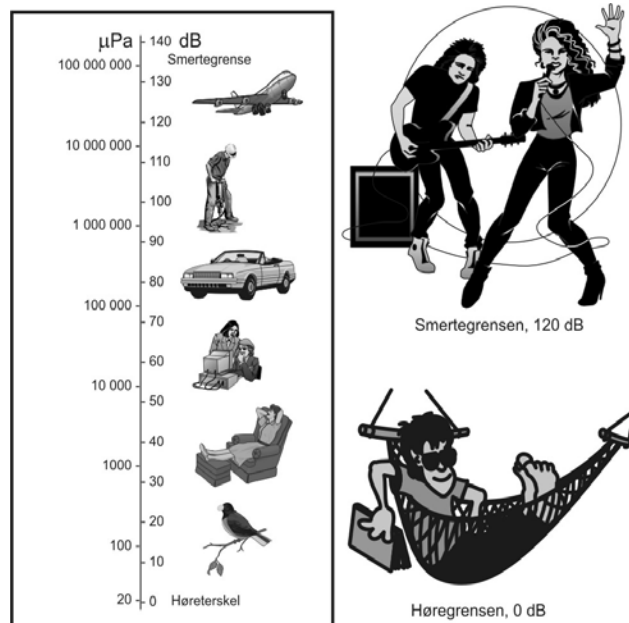
Lydbølgene er karakterisert av to størrelser; bølgelengden og bølgehøyden, se figur 3-6. Med bølglengde forstår vi avstanden mellom to bølgetopper som følger etter hverandre. Korte bølger svarer til høy frekvens (høyt svingetall) og lange bølger som høyfrekvent.

Lydtrykk måles i desibel: dB. Denne verdien er kunstig, laget for å forenkle jobbingen med lydtrykk. Skalaen med desibel og pascal (egentlig verdi for trykk), vises i figur 3-7.

Desibelskalaen starter ved 0 dB som er høreterskelen. Smertegrensen er ved 120-130 dB. Når man regner med desibel må man være påpasselig: Det gjentas derfor at for hver gang lydtrykket fordobles, øker desibelnivået med 3 dB.

Hvordan vi påvirkes av støy

Vår hørsel oppfatter normalt frekvenser fra ca 20 Hz opp til ca 20 000 Hz. Men vi hører ikke like godt på alle frekvenser. En tone med lav frekvens (bass) oppfattes av øret som svakere enn en tone



Figur 3.7. Desibelskalaen.

med høy frekvens (diskant) med samme intensitet. Eksempelvis vil en 1000 Hz-tone på 50 dB subjektivt høres like sterk ut som en 100 Hz-tone på 60 dB. Øret er altså mindre følsomt for lave frekvenser enn for høye. Denne frekvensfølsomheten har man tatt hensyn til ved å gi de forskjellige frekvensene forskjellig vekt (veiekurver) ved støymålinger. Det vanligste er å måle støyen etter veiekurve A, da denne gir et relativt godt samsvar mellom A-veide målinger og folks subjektive støyopplevelse. Støyen angis da som dBA. Dersom det ikke benyttes veiekurve får vi lydkildens lineære (uveide) nivå i i dB (Lin). Et høyt støynivå dB(Lin) i forhold til dBA indikerer et høyt innslag av støy med lavfrekvent karakter.

Vår egen opplevelse av støysituasjonen er viktig for hvordan vi påvirkes og plages av støy, det gjelder både i arbeid og fritid. En støyplaget og en ikke-støyplaget vil vurdere sine livssituasjoner som vesentlig forskjellig. Plage- eller sjenansegraden er avhengig av:

- Akustiske forhold
 - Lydens styrke og frekvensinnhold
 - Variasjoner i lydens styrke og frekvens
 - Lydens innhold av rene toner og lydimpulser
 - Pauser
 - Lydens tid på døgnet
 - Lydens informasjonsinnhold
- Ikke-akustiske forhold
 - Om støyen ansees nødvendig, samfunnsmessig nytte
 - Personlighetstype (engstelig, rastløs, rolig, behersket)

- Egenaktivitet i øyeblikket
- Egen helsestatus, handicap, sykdom
- Sosial situasjon (enslig, familie, venner, barn,...)
- Arbeidssituasjon (skift, arbeidsmiljø, stress,...)
- Arvelige forhold
- Økonomi
- Boforhold
- Støyfølsomhet

Eksempelvis reagerer de fleste i fritidssammenheng mer på støynivå på 30-40 dB døgnekvivalent fra industri eller skytebane enn på samme støynivå fra vegtrafikk, fly eller jernbane. Kommer derimot døgnekvivalent støynivå opp på 60-70 dB reagerer langt flere negativt på støy fra skytebane/skytefelt enn på tilsvarende støynivå fra industri, vegtrafikk, jernbane eller fly.

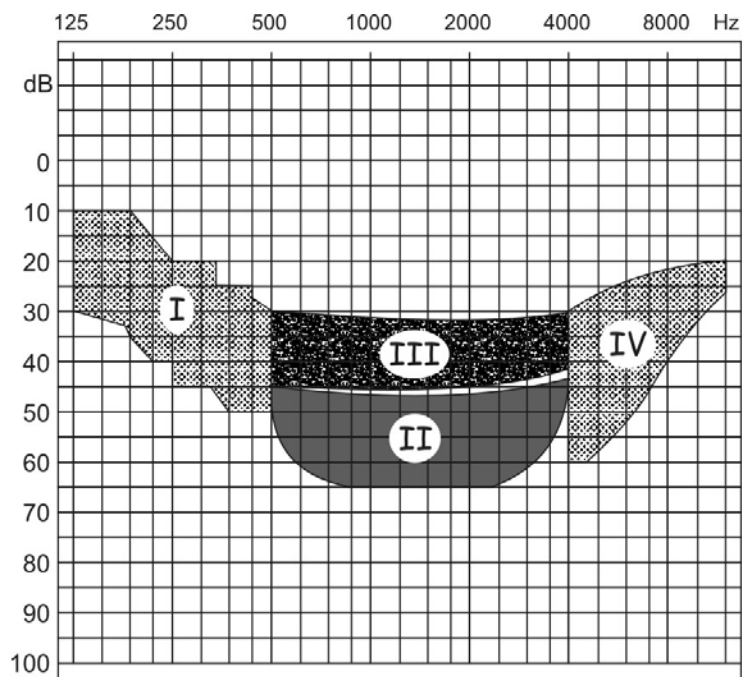
Generelt er øret mest følsomt for hørselstap i frekvensområdet for samtale, dvs. frekvenser i området 3000 - 6000 Hz. Se fig. 3.8. Støyskadene oppstår nesten alltid først i det lyse toneområdet, altså for høye frekvenser. Skaden oppstår ved at hørecellene inne i sneglehuset påvirkes og dør. Og når høreceller dør, blir det ikke dannet nye. Derfor er hørselsskader permanente. Når hørselsskader oppstår, byr dette på problemer for den skadde. Det er ikke alltid at den hørselsskadde oppfatter seg som hørselsskadet.

Nedsettelse av hørselen er alltid vanskelig å oppfatte selv. Men omgivelsene oppfatter den. Når skaden utvikler seg, kan den skadde blir mer og mer isolert. Det blir vanskelig å følge med i samtaler, særlig hvis flere snakker. Høreapparat er for mange en god hjelp, men det er mange motforestillinger mot å bruke det. Men stadig flere blir avhengig av det, så kanskje holdningen vil forandre seg litt etter litt. I tabell 3-5 er vist hvordan hørselstap utvikler seg ved økende alder i vestlige land.

Tabell 3-5: Normal hørselssvekkelse ved økende alder i vestlige land.

Frekvens i Hz	500	1000	2000	3000	4000	6000

<i>Alder:</i>						
<i>Inntil 24 år</i>	0	0	0	0	0	0
<i>25 – 34 år</i>	0	0	0	0	0	5
<i>35 – 44 år</i>	0	0	0	5	10	15
<i>45 – 54 år</i>	0	0	0	10	15	20
<i>55 – 64 år</i>	0	0	5	15	20	30
<i>65 – 74 år</i>	0	0	10	20	30	40



Taleområdet lagt inn på skjemaet (lydtrykk- og frekvensområdene for normal tale på en meters avstand)

- I = grunntoneområdet
- II = det viktigste området for vokaler
- III = området for stemte konsonanter
- IV = området for ustemte konsonanter

Figur 3.8. Taleområdet.

Det er ikke all støy som gir hørselsskade, men støyen kan likevel være ubehagelig. Støyen kan dekke over eller forstyrre ønskede signaler, f.eks. tale og varselsignaler. Støy kan også være sterkt irriterende. Det er både trøttende og ubehagelig å være lenge i støyende omgivelser.

Hørselen er en sans som aldri hviler. Derfor har lyder alltid vært viktige alarmsignaler for dyr og mennesker, og signalene kan utløse en rekke refleksmekanismer. De ubevisste refleksmekanismene har som formål å sette individet i beredskap, f.eks. for kamp eller flukt. Vi reagerer på sterke, uventede lydsignaler ved at vi skvetter til. Pulsene øker, adrenalinnivået i blodet øker, pupillene utvider seg o.l. I det hele tatt blir kroppen vår klar til å rømme eller angripe. Hvis dette gjentar seg igjennom en hel arbeidsdag, kan man lett forstå at det oppstår stresssymptomer.

Risikogrenser for støy

For å bedømme risikoen for hørselskade ved arbeid i støyende miljøer, må det tas hensyn til:

- støyens lydtrykknivå
- støyens frekvenssammensetning og karakter
- den tiden en er utsatt for støy

Grenseverdien for støy ved yrkesaktivitet er 85 dB(A) i gjennomsnitt i løpet av 8 timers arbeidsdag, eller en maksimalverdi på 110 dB(A). Overskrides disse verdier må nødvendige tiltak settes inn. Bruk av øreklokker eller annet hørselvern er å anse som et hjelpemiddel for å beskyttet seg mot støyen og ikke som et permanent tiltak.

Ved fjellarbeider, og da særlig under jord, er sannsynligvis støy den enkeltfaktor i arbeidsmiljøet som fører til flest skader. Knapt noen 50- eller 60-åring med lang yrkesbakgrunn i bransjen har normal hørsel.

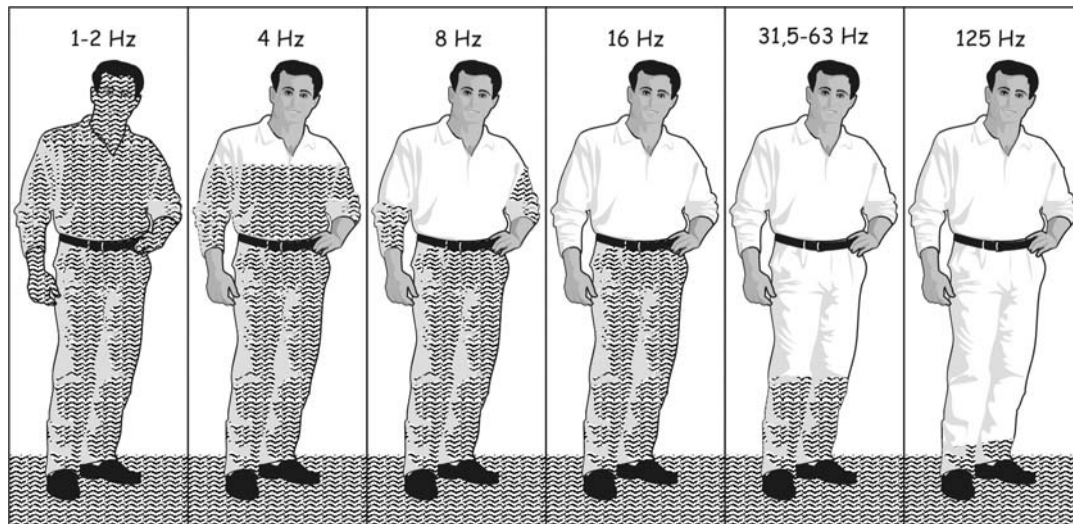
3.4.2 Vibrasjon

I følge Statistisk Sentralbyrås levekårsundersøkelser om arbeidsmiljø påvirkes nærmere 200 000 arbeidstakere i Norge av arbeid med vibrerende håndholdte maskiner, eller helkroppsvibrasjoner. Vibrasjon kan gi nedsatt funksjon av hender, invalidiserende tilstander eller irreversible skader. Kjente effekter er såkalte hvite fingre (likfingre eller Raynauds syndrom) som tidligere var en alvorlig effekt hos operatører av håndholdte maskiner i bl.a. gruver og anlegg. Dette ga seg utslag i blekhet, kuldeopplevelser og nedsatt følelse i fingrene som kan opptre under kortvarige perioder, eller være av mer varig karakter. Fingrene blir mer utsatt for intens risting, ofte kombinert med avkjøling, slik at blodkarene blir ødelagt og trekker seg sammen og blodgjennomstrømningen hindres. Plager i armer og rygg kan også være forårsaket av helkroppsvibrasjoner. Yrkesgrupper som bønder, håndverkere og sjåfører er særlig utsatt, og menn er i flertall. Et kjent eksempel er ryggglidelser hos lastebilsjåfører og andre som kjører stive kjøretøy på ujevnt underlag. Eksponering for lavfrekvent vibrasjon kan føre til bevegelsesyke (reisesyke).

Med vibrasjoner menes svingninger i faste stoffer, dvs. fram- og tilbakegående bevegelser omkring et legeme. Vibrasjonseksposeringens nivå eller styrke beskrives gjennom å angi bevegelsens forflyttelse i m, dets hastighet m/s eller vanligvis gjennom dets akselerasjon i m/s^2 . Vibrasjonsnivået angis av praktiske årsaker også iblant i dB.

De ulike kroppsdelers respons på vibrasjoner er frekvensavhengig. For helkroppsvibrasjoner måles i tre retninger; z-retning (vertikal), x-retning (horisontal, frem og tilbake) og y-retning (side-veis). Overføringer av vibrasjoner til kroppen blir påvirket av frekvens, vibrasjonsretning, kroppsstilling etc. For helkroppsvibrasjoner er de viktigste frekvensene fra 0,5-80 Hz. Se figur 3.9. Ved vurdering av helserisiko for helkroppsvibrasjoner må de tre retningene vektas. Generelt avtar vektningen når frekvensen øker. For x- og y-aksene må vibrasjonsnivået ganges med 1,4 og for y-aksen 1,0.

For hånd- og armvibrasjoner er frekvensene mellom 8-1000 Hz viktige. Som for helkroppsvibrasjoner avtar vektningen når frekvensen øker. For hånd- og armvibrasjoner brukes bare en type frekvensveiting for alle tre aksene. x-, y- og z.



Figur 3.9. Vibrasjonsutbredelse i kroppen avhenger av vibrasjonens frekvens.

Eksponeeres en kroppsdel for mekaniske svingninger med lave frekvenser (mindre enn 40 Hz) oppleves dette som "risting", mens høye frekvenser (mer enn 40 Hz) gir den karakteristiske vibrasjonsfølelsen. Denne forskjellen kan forklare av at ulike receptorer stimuleres i ulike frekvensområder. De forskjellige stoffene og cellene som kroppen består av, vil svare forskjellig på stimulering ved ulike frekvenser.

Vibrasjoner i arbeidslivet er et felt hvor det til nå er gjort lite arbeid i Norge. Det finnes ikke gode nok erfaringsdata til å kunne foreta tilfredsstillende medisinske-tekniske vurderinger om hvordan vibrasjoner og andre dynamiske påkjenninger påvirker mennesket. Viktige faktorer er:

- vibrasjonens intensitet (amplitude, hastighet, akselerasjon)
- vibrasjonens frekvens
- eksponeringstiden
- kroppsstillingen og kroppsflatens kontakt mot det vibrerende underlag
- fysiske begrensninger/skader hos person

Frekvensområdet 0,5 – 20 Hz regnes som mest uheldig og skadelig for mennesket.

En av fem i Norge rapporterer om moderate eller kraftige smerter i muskler, sener og ledd, som de mener helt eller delvis skyldes deres arbeidssituasjon. Nakke- og skulderplager er de vanligste med 14 %, mens armlager utgjør 9 %. De siste 10 årene har man fått bedre kunnskap om arbeidsfaktorer som bidrar til nakke- og skuldersmerter.

Ved et Europeiske arbeidsmiljøkontoret har man konkludert med hva som er godt dokumenterte risikofaktorer. Det er både individfaktorer, psykososiale, sosiale og organisatoriske faktorer og ikke minst fysiske faktorer. Av de fysiske faktorene nevnes bl.a. vibrerende håndholdte maskiner. Internasjonalt er vibrasjon et prioritert område, og det er utarbeidet et EU-direktiv om temaet (juni 2002). EU har definert vibrasjon som en av sine 10 satsningsområder på arbeidsmiljø og helse.

Forskriften "Vern mot mekaniske vibrasjoner" ble fastsatt av Arbeidstilsynet i juli 2005. I oktober 2007 ble rapporten "Risikovurdering av mekaniske vibrasjoner. Hånd- og armvibrasjoner. Helkropps vibrasjoner" med støtte fra NHO's Arbeidsmiljøfond.

Tiltaksverdier og grenseverdier for mekaniske vibrasjoner (2008):

<u>Vibrasjonstype</u>	<u>Tiltaksverdi</u>	<u>Grenseverdi</u>
Hånd- og armvibrasjon	2,5 m/s ²	5,0 m/s ²
Helkropps vibrasjon	0,8 m/s ²	1,1 m/s ²

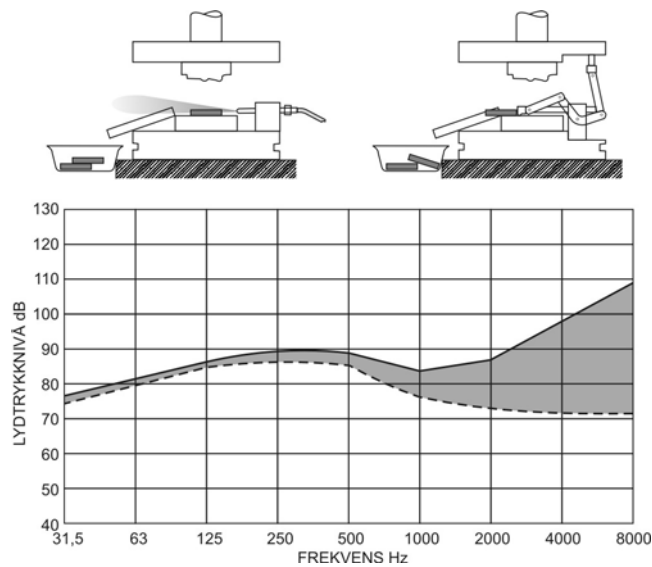
Arbeidstilsynet har i skrivende stund (februar 2008) forslaget til "Forskrift om tiltaksverdier og grenseverdier for fysiske og kjemiske faktorer i arbeidsmiljøet samt smitterisikogrupper for biologiske faktorer" ute på høring. Forskrift om vern mot mekaniske vibrasjoner vil inngå i den nye forskriften. Gjeldende tiltaksverdier og grenseverdier vil her være uendret.

3.4.3 Tiltak mot støy og vibrasjon

Primært bør en bestrebe seg på å unngå at støy og vibrasjoner oppstår. Hvis det ikke er teknisk mulig eller økonomisk mulig å redusere støyen tilstrekkelig, må en søke å begrense støyens videre utbredelse. Dette kan oppnås ved følgende tiltak:

- **Innkapsling og vibrasjonsisolering av støykilden.** Innkapslingen må være tett, og nødvendige åpninger (for kjøleluft, materialtransport el.lign.) må forsynes med lydfeller. Innkapslingen bør ha lydabsorberende innside. For vibrasjoner er det gjort gode erfaringer med å sette pumper og andre maskiner på spesielle gummisko/-matter.
- **Innbygging av operatøren sammen med støykilden.** Støybelastningen for operatøren kan her bli større enn før, det er derfor nødvendig at det brukes hørselvern.
- **Innbygging av operatøren i eget lydisolert kontrollrom.** F.eks. miljøhytte eller førerhytte. Dette er ofte en god og billig løsning.
- **Forbedring av lokalets lydabsorpsjonsegenskaper.** Dermed vil avstandsdempningen i lokalet øke, men støyreduksjonen vil ikke gjelde nær hver enkelt støykilde. Operatøren ved sterkt støyende prosesser vil således fortsatt kunne ha behov for hørselvern.

- **Avskjerming av støykilden.** Kan gjøres ved hjelp av faste eller flyttbare lydabsorberende skjermvegger. Dette vil bare være effektivt hvis lokalets lydabsorpsjonsegenskaper er gode.
- **Vedlikehold.** Dette er et viktig punkt som det ofte slurves med. Generelt støyer dårlig vedlikeholdte maskiner mer enn maskiner som er skikkelig vedlikeholdt. Dette skyldes generell slitasje, dårlig smøring, deler som skramler mot hverandre, o.s.v.
- **Støyreduksjon ved ny arbeidsmetode.** Figur 3.10.



Figur 3.10. Oppnådd støyreduksjon ved ny arbeidsmetode.

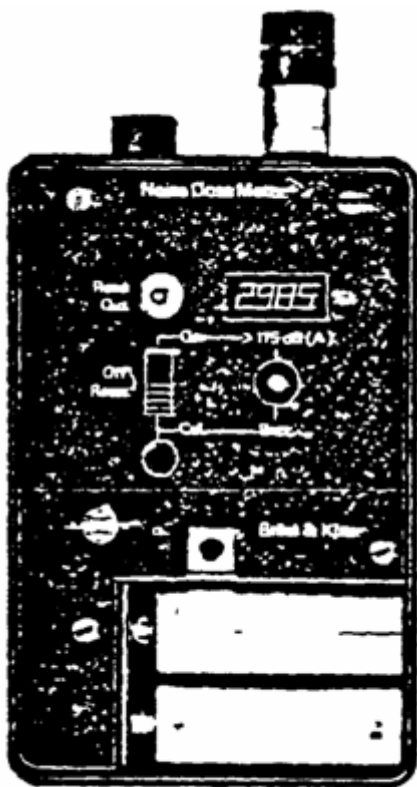
3.4.4 Måling av støy og vibrasjon

Støy måles på to måter:

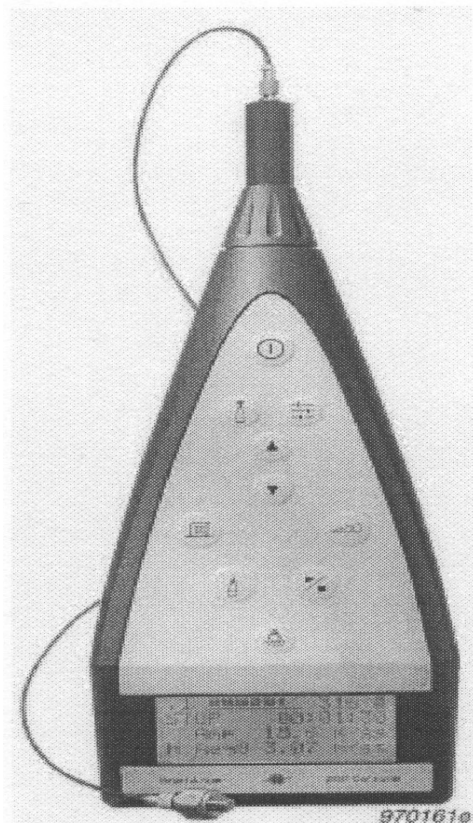
- med støydosimeter (figur 3.11)
- med lydnivåmåler (figur 3.12)

Målingene med støydosimeter har til hensikt å finne gjennomsnittsverdien for støy på en arbeidsplass. Støydosimeteret kan festes på en person eller det kan settes opp ved en arbeidsplass.

Lydnivåmåleren viser støynivået i øyeblikket. Enkelte målere kan også måle lydnivået i forskjellige frekvenser slik at man får en frekvensanalyse. Ved øyeblikksmålinger og gjennomsnittsmålinger måles det med et innebygd filter i målerne som etterligner menneskets hørsel så godt det lar seg gjøre. Det vil si at det demper mørke lyder (lavfrekvent) og forsterker lyse lyder (høyfrekvent).



Figur 3.11. Støydosimeter.



Figur 3.12. Lydnivåmåler med oktavfilter.

3.5 STRÅLING

Elektromagnetisk stråling og elektromagnetiske felt er tema som til tider har vært gjenstand for diskusjoner både i fagkretser, i media og blant folk flest. I vårt hverdagsmiljø finnes et mangfold av kilder som omgis av elektriske og magnetiske felt med ulik frekvens og styrke. Spørsmål har fra tid til annen dukket opp om hvor farlig det er å utsettes for disse feltene. Det er utarbeidet en rekke rapporter i forskjellige land, men felles for disse er at usikkerheten om virkninger og konsekvenser av deler av det elektromagnetiske spekteret fortsatt er stor. Det er imidlertid allmenn enighet om at høyfrekvent (kortbølge-) stråling er forbundet med så stor helsefare at det finnes grenseverdier og forskrifter på området, mens det for andre deler av det elektromagnetiske spekteret bare finnes generelle anbefalinger. Temaet har også vært oppe i forbindelse med forbud om bygging av boliger under høyspentnett.

Elektromagnetisk stråling er pr. definisjon overføring av energi ved elektromagnetiske bølger. Stråling deles inn i forskjellige typer avhengig av bølgelengden (λ). I tillegg skiller man mellom ioniserende- og ikke-ioniserende stråling. For ikke-ioniserende stråling ligger bølgelengden mellom 300000 km og 10 nm, og for ioniserende stråling er bølgelengden mellom 10 nm og 30 fm (femto-).

3.5.1 Ioniserende stråling

Alt materiale består av atomer. Atomer består av en kjerne omgitt av elektroner. Et atom som mister et elektron blir ladet og kalles da et ion. Stråling med høy energi kan frigjøre elektroner og kalles derfor ioniserende stråling. Ioniseringen forårsaker i sin tur forandringer f.eks. av fotografisk film eller i kroppens celler.

Inn under ioniserende stråling kommer røntgenstråling og radioaktiv stråling.

Røntgenstråling

Denne type stråling kommer fra røntgenapparater og er en elektromagnetisk strålebevegelse av samme type som radiobølger og synlig lys, men bølgelengden er mye kortere.

Radioaktiv stråling

Fra radioaktive kilder kan fire typer stråling sendes ut:

- α alfastråling utgjøres av atomkjerner av helium med høy hastighet. Rekkevidden i luft er bare noen få cm, og alfastråling trenger ikke f.eks. gjennom klær eller hud.
- β betastråling utgjøres av elektroner med høy hastighet. Den kan stoppes av papp eller et lag med klær.
- γ gammastråling er stråling av samme slag som røntgenstråling. Utgangspunktet er atomkjerner, og strålingen har stor gjennomtrengningsgrad.

n nøytronstråling utgjøres av nøytroner (elektrisk uladde partikler). Høy gjennomtrengelighet.

Av de ulike typer radioaktiv stråling som finnes er det gamma- og nøytronstrålingene som antas å være de farligste. Alfa- og betastrålingene vil ikke gjøre noen skade så lenge de ikke kommer inn i kroppen.

Strålingsdose er et mål for den bestrålingen man har blitt utsatt for. Den angis i enheten sievert (Sv). Antallet radioaktive spaltninger per tidsenhet hos en gitt mengde av en radioaktiv kilde kalles **aktivitet**. Den angis i becquerel (Bq). (1 Bq = 1 spaltning pr. sekund)

Den ioniserende strålingen kan deles inn i primær- og sekundærstråling. Primærstråling er direkte stråling fra kilden, mens sekundærstråling oppstår når røntgen-/gammastråling treffer et materiale og dette materialet så sender ut stråling av samme type, men med lavere intensitet.

Risiko ved strålingsarbeid

Bestråling kan enten foregå gjennom stråling fra en strålekilde som befinner seg utenfor kroppen eller fra et radioaktivt materiale som har kommet inn i kroppen. I industrien er det nesten utelukkende spørsmål om risiko for ekstern bestråling.

Når et røntgenapparat slås av, forsvinner umiddelbart all stråling. Stråling fra en radioaktiv kilde stenges av ved å plassere kilden i en beholder med kraftig strålingsskjermende vegger og lokk. Inne i beholderen stråler det fortsatt, men bare en brøkdel trenger ut.

Akutte skader karakteriseres ved at de framtrer innen noen måneder etter bestrålingstilfellet. Grensen for når man kan se akutte effekter på kroppen går ved 300-500 mSv (1 mSv = 1/1000 Sv). Ved slike strålingsdoser kan en lett forandring av blodet observeres, mens det må helkroppsdozser på over 2000 mSv til før det er risiko for dødsfall. For foster, som er mer ømfintlige for stråling enn voksne personer, vil en strålingsdose på 100 mSv gi en risiko for utviklingsforstyrrelser og framtidig kreft.

Selv om en bestråling ikke gir akutte skader, kan man ikke se bort fra risikoen for sene effekter som kreft og arvemessige skader som f.eks. misdanninger hos kommende generasjoner. Det kan ikke sies om en person som har fått en strålingsdose på f.eks. 100 mSv vil få en sen skade, men risikoen for en slik skade har sannsynligvis økt.

Skadeforebygging

Røntgen- og gammaradiografering anvendes i stor grad innen industrien, bl.a. for kvalitetskontroll. Ved omfattende radiograferingsarbeide foregår dette i spesielle radiograferingsrom, noe som gir en god beskyttelse mot stråling. Mer problematisk fra strålingsbeskyttelsessynspunkt er såkalt "åpen radiograferingsvirksomhet" hvor det arbeides åpent i et verkstedslokale eller ute i det fri.

Ved åpen radiografering skal arbeidsområdet sperres av og overvåkes. Ved åpen radiografering med røntgenapparater, må det tas spesielle hensyn til primærstrålingen. Uten avskjerming kan den ha en rekkevidde på flere hundre meter. Selv sekundærstrålingen må det legges vekt på. Dens intensitet beror blant annet på materialet som blir bestrålt. Luft, tre og betong gir betydelig mer sekundærstråling enn jern og bly.

3.5.2 Ikke-ioniserende stråling (elektriske/magnetiske felt)

Bruk av elektrisk energi fører til at vi utsettes for kunstige elektromagnetiske felt, både i hjemmet og på arbeidsplassen. Det kan være felt som en følge av ulike typer industri-virksomhet, felt fra kraftledninger og felt fra forskjellige typer elektriske apparater. Eksempler kan være elektriske og magnetiske felt fra høyspentnett, radiobølger fra mobile walkie-talkies, mobiltelefoner og mikrobølger fra innbruddsalarmer og automatiske døråpnere.

Frekvensen hos disse elektromagnetiske feltene er ikke høy nok til at energien skal kunne ionisere det materialet som utsettes for strålingen. Ikke-ioniserende stråling opererer i frekvensområdet 0 - 10^{17} Hz og har for liten energi til å ionisere. Dette gjør at definisjonen på stråling ikke passer helt for ikke-ioniserende stråling. Derfor er det vanlig å beskrive ikke-ioniserende stråling i termer som elektriske felt og magnetiske felt.

Elektriske felt

Omkring enhver spenningsførende leder, vil det alltid være et elektrisk felt. Feltet er imidlertid avhengig av hvor stor spenningen er, og lengden på lederen. Det fysiske miljøet rundt lederen er bestemmende for om feltet får utbrede seg. Det avskjermes lett av hus, metallstolper under høyspentnettet og våte trestolper, trær og busker. Det elektriske feltet er sterkest nærmest lederen og avtar hurtig med økende avstand. Det gjelder for såvel høyspentkabler som elektrisk utstyr. Den elektriske feltstyrken måles i volt pr. meter (V/m).

Strømforsyningen i Europa er vekselstrøm, med frekvensen 50 Hz (feltet skifter retning 100 ganger pr. sekund). Eksempler på feltstyrke i en avstand på 30 cm fra elektriske apparater:

- Elektrisk varmeteppe 250 V/m
- Radio/stereo 90 V/m
- Hårføner 40 V/m

Når et menneske står i et elektrisk felt, vil feltet indusere (frembringe) en vekselstrøm i kroppen. Denne vil hovedsaklig gå på overflaten av kroppen og er i størrelsesorden μA . Strømmen vil ha den samme retningen som feltet rundt kroppen. Noen svært få mennesker er overfølsomme for slik påvirkning og føler sterkt ubehag. Men de aller fleste er upåvirket av elektriske felt.

Magnetiske felt

Elektrisk strøm i en leder danner et magnetisk felt omkring lederen. Magnetfeltet er sterkest nær lederen og avtar med avstanden fra den.

I motsetning til at et elektrisk felt er avhengig av spenning og er tilnærmet konstant, så varierer det magnetiske feltet etter den strømmen som forbrukes. Ettersom belastningen varierer i døgnet, uken og sesongen, kan man bare finne magnetfeltets verdier ved målinger over lengre perioder. Magnetisk flukstetthet måles i tesla (μT - mT).

Typiske verdier på magnetisk flukstetthet fra høyspent med en strøm mellom 0.5 - 2 kA er på 10 - 40 μT i en radius på 40 m. Ved ca. 100 m avstand er verdiene rundt 1 μT . Til sammenligning er flukstettheten nær elektriske husholdningsapparater:

- Komfyr 0.5 - 1.0 mT
- Hårføner 1.0 - 2.5 mT
- Strykejern 0.001 - 0.01 mT

Arbeid og bruk av utstyr

I lavfrekvensområdet (50 Hz - 10 kHz) finnes induksjonsvarmere som f.eks. brukes til smelting, smiing, ytterbehandling og loddeoperasjoner. Strømspolene i slike apparater er imidlertid små (10 - 20 cm) og gir sjelden helkroppseksponering. Hendene er mest utsatt.

Apparater for dielektrisk oppvarming opererer vanligvis innen kortbølgeområdet. Denne oppvarmingen brukes vanligvis for å påskynde tørking av lim, forming av plast, ta bort fukt fra materialet eller smelte sammen ulike typer plastmaterialer.

Linjearbeiderne som arbeider med høyspentnett vil naturligvis bli utsatt for kraftige felt, men paradoksalt nok viser undersøkelser fra en gitt arbeidssituasjon fra Sverige at eksponeringen var større i lunsjpausen enn under arbeidet. Det hadde sammenheng med at under arbeidet brukte man skjermingsutrustning, mens i pausene satt man i en brakke av plast som ikke har noen hindrende virkning på feltene.

Datamaskiner brukes i mange arbeidsmiljø. Elektriske pulser og magnetiske felt i monitorene sørger for avbøyning av elektronstrålen i høyde- og sideretning. Magnetfeltet på operatøravstand varierer fra 0.02 μT (lavstråleskjerm) til 0.5 μT , dvs. mindre stråling enn strykejern.

I våre hjem er de elektriske feltene normalt lave (<10 V/m), bortsett fra innenfor noen dm fra kabler og utstyr der et par hundre V/m kan forekomme.

3.5.3 Optisk stråling

Lyset og varmen fra solen er en forutsetning for alt liv på jorden. Den når oss i form av optisk stråling, som vi drar nytte av. Med kunstige strålekilder, lamper og apparater av ulike slag kan man uten vanskeligheter lokalt oppnå strålingsnivåer som er betydelig høyere enn den naturlige strålingen, og dette kan føre til skader.

I det elektromagnetiske spekteret finner vi ulike stråletyper som alle er av samme fysiske natur men som har ulike bølgelengder. De forskjellige bølgelengdene gjør at strålingen har helt ulike egenskaper i forhold til forskjellige materialer.

Den optiske strålingen kan deles inn i hovedsaklig tre grupper; UV-stråling, synlig stråling og IR-stråling.

UV-stråling (ultrafiolett stråling)

UVC Stråling med en bølgelengde på 180 - 280 nm.

UVB Stråling med en bølgelengde på 280 - 315 nm.

UVA Stråling med en bølgelengde på 315 - 400 nm.

Denne type stråling finnes på sykehus (i solarier) og i industrien (fotografiske prosesser, herding av plast, sterilisering osv.)

En eksponering av store doser ultrafiolett stråling gir svie og blemmer i huden. Dette kalles ofte brannskader, men denne type skader kommer av fotokjemiske effekter i hudens celler og ikke av noen varmeutvikling. Det er påvist sammenheng mellom all UV-bestråling og hudkreft, og en eksponering for UVB-stråling gir de største problemene.

Ved en eksponering av UVC- og UVB-stråling på øyet vil det skje en absorpsjon i hornhinnens ytterste celledager. I store doser vil strålingen ødelegge cellene og dermed blottlegge nervene. Dette er en tilstand som er meget smertefull, det føles som om øyet er fylt med sand. Tilstanden kan sammenlignes med sveiseblindhet eller snøblindhet. Celledageret vil leges i løpet av ett eller få døgn uten gjenstående effekt.

UVA er forholdsvis snill mot øynene, og akutte skader som fotokeratit behøver man ikke være redd for. En kan derimot ikke utelukke at UVA-stråling kan være en medvirkende årsak til at mennesker får langsiktige øyeskader som øyesykdommen grå stær.

Synlig stråling

Dette er stråling med en bølgelengde på 400 - 780 nm. Denne strålingen har, som våre øyne oppfatter det, underavdelingene violett, blått, grønt, gult, orange og rødt. Synlig stråling fås bl.a. av høytrykkslamper med kvikksølv/xenon, halogenlamper og lyskastere eller prosjektorer. Ved eksponering av synlig og infrarød stråling på hud vil det være muligheter for brannskader ved overoppheting, men normalt inntreffer ingen skader.

Skader på øyet av synlig stråling er først og fremst brannskade på netthinnen. Synlig lys absorberes i netthinnen og energien går over i varme. Et sterkt konsentrert bilde på netthinnen av en glødetråd eller lysbue kan ved eksponering i brøkdeler av sekunder gi brannskader. Blødninger på netthinnen kan også forekomme.

IR-stråling (infrarød stråling)

IRA Stråling med en bølgelengde på 780 - 1400 nm.

IRB Stråling med en bølgelengde på 1400 - 2600 nm.

IRC Stråling med en bølgelengde på 2600 nm - 1mm.

Denne type stråling finnes i tungindustrien, på stålverk og valseverk m.m. IRA når i likhet med synlig stråling inn til øyets netthinne, og dermed finnes de samme typer risiko for skader som ved synlig stråling. IRB absorberes i høy grad i øyets linse, og det er funnet sammenhenger mellom eksponering for IRB-stråling og forekomster av grå stær. IRC absorberes i hornhinnen. Skader i form av uttørking eller på grunn av overoppheting er ikke uvanlig da hornhinnen er spesielt følsom.

Forebygging mot skader av optisk stråling

Ultrafiolett stråling kan omgås på et fornuftig vis hvis mennesker kan unngå overdrivelse av solstråling, å ikke utsette seg for eksponeringer som gir rødhet og svie, å bruke solbeskyttelseskremer og å stoppe solingen med bruk av klær. Synlig og infrarød stråling utgjør ikke noen risiko når det gjelder skader på hud som følge av optisk stråling. Å unngå øyenskader som en følge av optisk stråling kan unngås ved bruk av beskyttelses-briller (solbriller).

3.6 YRKESBETINGEDE BELASTNINGSLIDELSER

Mye av det tekniske utstyret som finnes rundt om på forskjellige arbeidsplasser er konstruert slik at arbeidstakerne må tilpasse seg det tekniske utstyret og ikke omvendt. Spesielt gjelder dette gammelt utstyr. En av årsakene til dette er samfunnets prioritering av den tekniske utvikling. Denne utvikling har bl.a. ført til at mer og mer av det arbeid som tidligere ble utført av mennesker, gradvis er blitt overført til maskiner. Oppmerksomheten er hittil i for stor grad rettet mot maskinenes maksimale yteevne og ikke mot menneskets naturlige yteevne. Resultatet er blitt at arbeidsredskapet ofte er i utakt med mennesket. Ved at maskinen stadig forandres, må mennesket anstrenge seg mer og mer for å holde tritt med den tekniske utvikling. Når skillet mellom det som kreves og det som er menneskelig mulig blir for stort, oppstår fysisk og psykisk stress og slitasje.

Dette fører til ulike former for, og forskjellige grader av, yrkesbetingede belastningssykdommer. Overbelastning eller feilbelastning av skjelett og muskler gir forskjellige former for slitasje i ledd og muskler. Men stress og slitasje kan også lett utløse depresjoner, vantrivsel og hodepine. Symptomer som magesår, høyt blodtrykk og hjertelidelser kan dessuten ofte utløses av fysisk feilbelastning, fordi fysisk feilbelastning også resulterer i psykisk stress. Slike sykdommer kalles *psykosomatiske lidelser*.

Fysisk og psykisk feilbelastning og vantrivsel på arbeidsplassen kan derfor betraktes som to sider av samme sak. Det er her valgt å skille dette stoffet i to deler; ergonomi og psykososialt arbeidsmiljø.

3.6.1 Ergonomi

Ergonomi defineres som læren om samspillet mellom mennesket og arbeidsredskapet. På engelsk kalles dette med et godt uttrykk: "Fitting the task to the man". Foruten instruksjon i riktig bruk av arbeidsredskapet og kroppen, er formålet også å tilpasse arbeidsredskapet til mennesket.

Ergonomi er et forholdsvis nytt begrep innen den vestlige arbeidsmiljø- og industrisammenheng. Det har gradvis blitt mer og mer fremtredende i takt med utviklingen av systemer med en høy grad av automatisering. Begrepet kan sies å omhandle forholdet mellom menneske og maskin, og det kan defineres som: Forskning i, og tilrettelegging av, arbeids- og miljøfaktorer ut fra menneskers biologiske forutsetninger.

Muskel-skjelett-smerter er et stort og økende helseproblem i arbeidslivet i Norge og i mange andre land. Dette kan virke underlig siden arbeidet er fysisk lettere i dag enn det var for noen ti-talls år siden. Forklaringen kan være at reduksjonen i den fysiske arbeidsbelastningen blir oppveid av intensiteten i arbeidet og av den økte vanskelighetsgraden. Innføringen av ny teknologi og behov for økt konkurransevne har ført til at arbeidsoppgavene i industrien er blitt mer spesialiserte.

Belastninger oppstår når arbeidet blir utført med gjentatte, korte arbeidssykluser i stillesittende og fastlåste stillinger. Den langvarige statiske belastning på de muskelgrupper en bruker kan da overskride toleransegrensen. Toleransegrensen er høyst 5 % av musklens maksimale kraft.

Arbeid i statisk belastede stillinger forekommer i mange virksomheter. Slike arbeidsstillinger kjennetegnes av at hodet er bøyd framover, til siden eller i en vridd stilling for å se arbeidsoppgaven. Videre av at arbeidet blir utført med hendene over albuehøyde eller med kroppen bøyd framover, til siden eller vridd.

For å hindre at arbeidsplassen påfører de ansatte muskel-skjelett-sykdommer, må det stilles krav til utformingen av den;

For sittende arbeidsstilling må det stilles krav til:

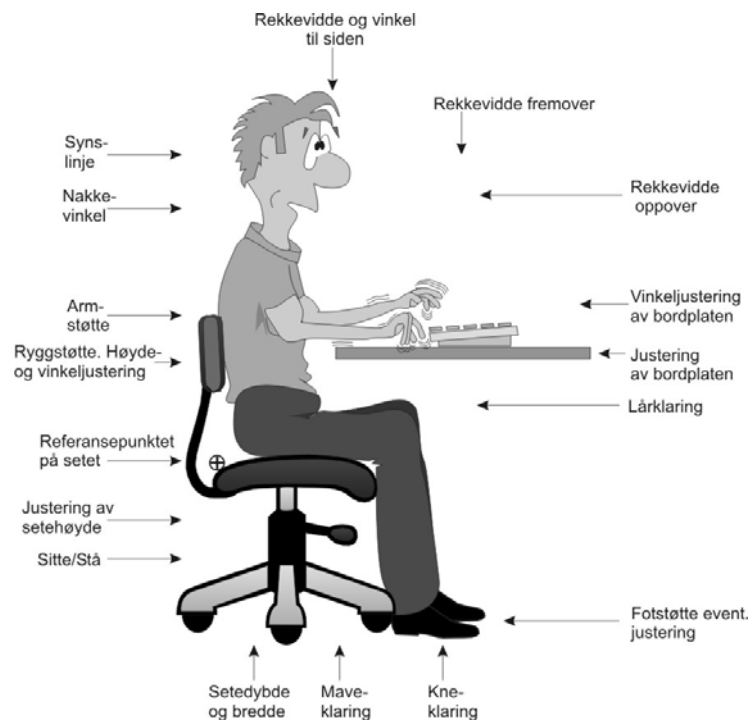
- Setehøyde

- ~~Kneklaring~~
- Fotstøtte
- Lårklaring

- Bordhøyde
- Bordplatehelling
- Rekkevidde framover og oppover
- Rekkevidde rett framover
- Rekkevidden til siden og oppover
- Synslinjen til arbeidsstykket
- Nakkevinkel
- Armstøtte
- Ryggstøtte
- Arbeidsstilling

For stående arbeidsstilling må det stilles krav til:

- Tyngden bør kunne forflyttes frem til forfoten.
- Knærne bør kunne innta en lett-bøyd stilling.
- Føttene bør kunne stå i samme horisontale plan.
- Ryggen bør kunne opprettholde sine normale krumninger.
- Føttene og ryggen bør kunne forflyttes til siden.
- Arbeidsredskapet må gi plass for knærne og tærne.
- Samtidig må føttene kunne stå i samme horisontale plan.
- At arbeidsbordet er tilpasset arbeidstakeren.

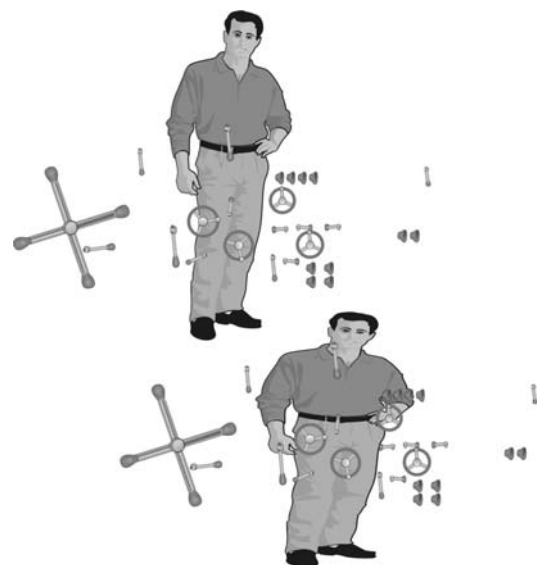


Figur 3.13. Sjekkliste for sittende arbeidsplassutforming.



Riktig løfteteknikk og tyngdeplassering:

- Alle løft bør utføres med rett istedenfor med krum, framoverbøyd rygg. Bøy knærne istedenfor ryggen.
- Gjenstander som løftes, bør plasseres så tett inntil kroppen som mulig. De bør dessuten, for å unngå vridning av ryggen, plasseres rett foran eller rett bak kroppen.

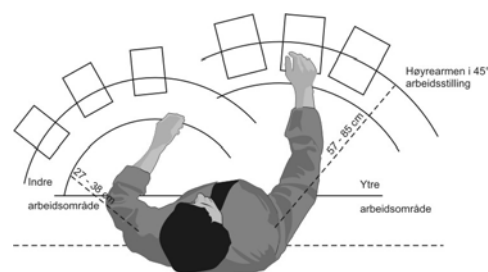


Figur 3-14 viser et eksempel på ikke-optimal utforming av kontrollorganene på en dreiebenk. Kontrollorganene, som har fått sin

Figur 3.14. Kontrollorganer på en dreiebenk mot normal mann (øverst) og optimal mann (nederst).

plassering ut fra hensynet til enkel mekanisk overføring, er vist i forhold til en mann med gjennomsnittlige kroppsmål. Det er lett å se at kontrollorganene er plassert for lavt og spredt - dreiebenken er i realiteten konstruert for mennesker som er 137 cm høy, er 61 cm bred over skuldrene, og kan rekke 235 cm med utstrakte armer. Dette kan føre til belastningsskader hos en person hvis dreiebenken blir brukt ofte. Hvis den blir sjelden brukt, representerer den ingen stor fare for belastnings-skader, men benken er fremdeles dårlig ergonomisk utformet.

Figur 3-15 viser indre og ytre arbeidsområde for armene. Indre arbeidsområde defineres som området innenfor gripelengden til underarmen når overarmen er vertikal. Ytre arbeidsområde er innenfor gripelengden til en rett arm som er 45° i skulderleddet.



Figur 3.15. Indre og ytre arbeidsområde for armene.

Ergonomiske lidelser

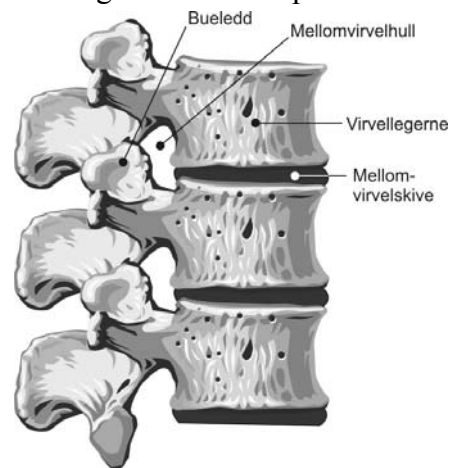
Belastningsslidelser eller belastninger i muskel- og skjelettsystemet er et fellesnavn på plager, sykdom og vondt som en kan få i muskler, sener, leddbånd og knokler. Sykdommene eller lidelsene kommer ofte ved overbelastning av muskel- og skjelettsystemet gjennom kortere eller lengre tid. Eksempler på muskel- og skjelettsykdommer kan være:

- **Muskelsmerter og senebetennelse:** Om lag 40 % av alle muskel- og skjelettproblem er muskelsmerter eller senebetennelse. Muskelsmerter får en oftest i nakken, skuldrene og armene. Spenningshodeverk hører med til denne gruppen. Betennelsesreaksjoner i og omkring senene og senefestene får en ofte i sammenheng med akutt eller kronisk overbelastning.

- **Lumbago og isjias:** Utgjør også omlag 40 % av all muskel- og skjelettsykdommer. Ved lumbago sitter smerten alltid i korsryggen. Lumbagoanfallene kommer plutselig og arter seg som kink i ryggen. Kinket kan vare fra 1 - 2 dager og helt opp til 1 - 2 uker. Anfallet utløses som oftest ved at brå bevegelser eller tunge løft gjør at en mellomvirvelskive glir delvis og for en kortere periode ut i ryggradens ryggkanal og trykker på nerver. Ved isjiasanfall trykker mellomvirvelskiven på isjiasnerven som går fra ryggen nedover beina.

- **Slitasjegikt:** Utgjør ca. 15 % av alle muskel- og skjelettsykdommene. Slitasjegikt gjør seg mest gjeldende i kne- og hofteleddene. Dette kommer av ensidig belastning (for eksempel av mye stående arbeid) av føttene.

- **Andre muskel- og skjelettsykdommer:** De vanligste sykdommene i denne gruppen er leddgikt og revmatiske lidelser.



Figur 3.16. Tre ryggvirvler med mellomvirvelskiver sett fra siden

3.6.2 Psykososialt arbeidsmiljø

De psykososiale spørsmålene utgjør ikke noen atskilt gruppe av arbeidsmiljøfaktorer. Psykososiale faktorer i arbeidsmiljøet framkommer gjennom at arbeidsmiljøet betraktes ut fra psykologisk og sosiologisk synsvinkel. Dette perspektivet omfatter såvel fysiske som organisatoriske og sosiale arbeidsmiljøfaktorer.

Når et menneske kommer til sin arbeidsplass, møtes det av et arbeidsmiljø som vi kan dele inn i ulike typer av arbeidsmiljøfaktorer;

- **Fysisk-kjemisk:** lokaler, forekomst av eller mangel på trekk, støy, dagslys, kjemiske substanser, etc.
- **Teknisk:** maskiner, hjelpemiddel, verktøy m.m.
- **Økonomisk:** budsjett, lønssystem, kapitaltilgang m.m.
- **Organisatorisk:** angir hvordan virksomheten inndeles i enheter, grupper, befatninger samt hvordan disse relateres til hverandre.
- **Administrativ:** omfatter forekommende regler for hvor ulike ærender skal gjøres, hvordan beslutninger skal forberedes og fattes.
- **Arbeidstider:** dels arbeidets lengde og dels dets plassering i døgnet.

En slik inndeling kan gjøres på ulike vis og med ulike hensikter. En hensikt er å feste oppmerksomheten på at ulike forhold i arbeidsmiljøet kan få psykiske og sosiale konsekvenser. Alle faktorer innen arbeidsmiljøet er i virkeligheten sammenvevde, de danner en helhet - det totale arbeidsmiljøet.

Det sosiale miljøet er imidlertid ikke bare en følge av andre arbeidsmiljøfaktorer. Det preges også av de mennesker som skaper det og som tidligere har skapt det. Det kan derfor være svært ulikt selv mellom arbeidsplasser som ellers er svært like hverandre. I blant brukes betegnelsen sosialt (eller psykologisk) klima. Et klima som kjennetegnes av innbyrdes mistro, av intriger og taktisk spill, av utfrysning og mobbing, gir betydelig mindre forutsetninger for velbefinnende og helse enn en situasjon karakterisert av innbyrdes fortrolighet, der mennesker støtter og hjelper hverandre, der samværet innebærer stimulans og glede.

3.7 BELYSNING

Menneskelig arbeidskraft er kostbar. Det er derfor i alles interesse at den ikke blir misbrukt ved at folk gis dårlige vilkår for å utnytte sitt medfødte sanseapparat i arbeidet.

Belysning må i hovedsak betraktes som et innsatsmiddel for å oppnå:

- bedre sikkerhet
- bedre arbeid
- raskere arbeid
- bedre miljø og trivsel
- bedre lønnsomhet



"God morgen! Jeg kommer for å få sjekket synet"

Belysningsstyrken defineres som forholdet mellom den innfallende lysstrøm og arealet av den belyste overflaten, og har fått betegnelsen **lux**. Belysningsstyrken er altså et mål på hvor mye lys man har på en flate.

Luminans er et mål på hvor lys en flate er å se på. Luminansen angis i cd/m^2 .

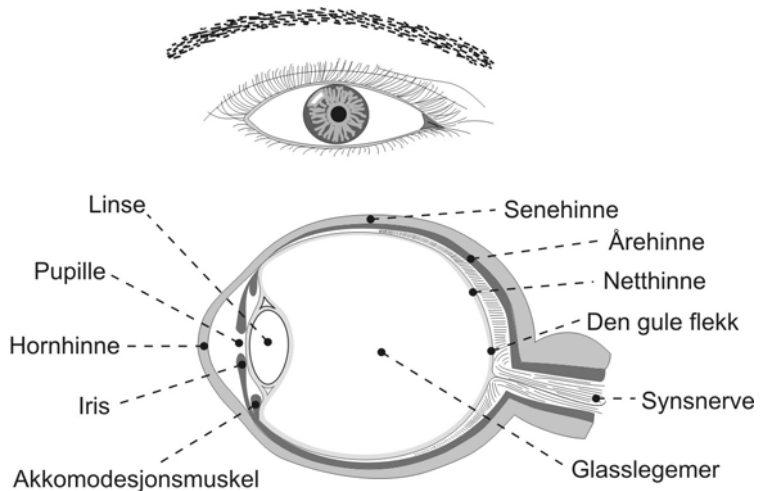
Belysningsstyrken må både tilpasses arbeidets art og brukernes spesielle behov. Det er individuelle forskjeller i lysbehovet, og de fleste får et sterkt øket lysbehov når de blir eldre. Dette er p.g.a. at det med tiden oppstår defekter i alle de gjennomsiktige delene i øyet; hornhinne, linse og glasslegemet. Det er dels defekter som svekker lyset på veien til netthinnen, og dels defekter som bryter lyset galt slik at vi ikke ser klart. Lyssvekkelsen øker betydelig med alderen. Behovet for belysning øker tilsvarende, både når det gjelder styrke og kvalitet. Der en 20-åring greier seg med 1 lyspære, må en 40-åring ha 2 og en 60-åring ha 4 for å se like godt.

Allmennbelysningen bør være jevn i alle arbeidssoner, og legges opp slik at tydelige skygger unngås. Hovedregelen er at alle steder skal belyses fra minst to sider.

Plassbelysning brukes der kravet til synsevne er størst, for eksempel ved bruk av verktøy og maskiner. Et krav er at ingen steder hvor noen arbeider skal ha under 100 lux.

Feilstilt lys kan gi opphav til speiling som i sin tur kan gi blindingseffekt. En grunnregel er at lyset aldri skal falle inn forfra. En blendende lyskilde i lysfeltet vil i øyet kunne gi en spredning av lys, slik at synsforholdene forringes (synsnedsettende blinding). Blending som blir forårsaket av reflekser i blanke overflater, kalles indirekte blinding.

Belysningens mulighet til å påvirke den menneskelige prestasjon, er et av de vanligste kriterier som blir lagt til grunn ved fastsettelse av ønskelig belysningsnivå. Det er to mekanismer man må ta hensyn til. For det første virker lyse flater allment oppkvikkende for den menneskelige organisme, og for det andre så vil øket belysning øke synsprestasjonen.



Figur 3.17. Øyets oppbygging.

3.8 LØSEMIDLER

Når betegnelsen løsemidler benyttes er det egentlig organiske løsemidler som er den korrekte betegnelsen. Organiske løsemidler er en fellesbetegnelse på en lang rekke kjemiske forbindelser som brukes til å løse opp oljer, fett, voks, plast, maling, lakk, gummi, harpiks osv., og også som rengjøringsmidler og tynnere i f.eks. maling og lakk. Hyppige forbrukere av slike stoffer er bygningsarbeidere, lakkerere, malere, tapetserere, verkstedsarbeidere. De brukes også ved rensing i metall- og elektronikkindustrien, ekstraksjon på laboratorier, polymerisering i plastindustrien, som narkosemidler på sykehus og til liming og overflatebehandling i snekkerfag.

Løsemidler er i væskeform ved romtemperatur og atmosfæretrykk. Væskene er flyktige og kan fordampe og spres i arbeidsatmosfæren og pustes inn. Etter innånding sprer de seg raskt i blodet og fester seg til kroppens fettrike organer, spesielt hjernen og leveren er utsatt. Enkelte stoffer kan også taes opp gjennom huden. Stoffene er lite løselig i vann.

Til de farlige løsemidlene regner en benzen og kulltetraklorid, trikloetylen og toluen. Trikloretylen (tri) er et vanlig brukt avfettingsmiddel i industrien og det er også mye brukt som rengjøringsmiddel. Toluen blir bl.a. brukt som løsemiddel for lakk. Eter, etylalkohol, aceton og bensin regner en med har relativt lav giftvirkning ved innånding av små doser. Mange løsemidler har narkotiske virkninger, og alle har som regel en bedøvende eller berusende effekt.

Påvirkning av hjerne og nervesystemet kan gi typiske straksreaksjoner som rusfornemmelser (sniffevirkning), svimmelhet, kvalme, hodepine, søvnighet. Langvarig påvirkning kan antagelig gi varig hjerneskade med psykiske forandringer, nedsatt hukommelse og svekket konsentrasjonsevne. Hvor kraftig påvirkning som skal til for å gi slik senskade er usikkert. Men ettersom straksreaksjonene er første varsel om at stoffet virker på hjernen, må en forebygge senskadene, stille krav til arbeidsmiljøet slik at man unngår straksreaksjonene (hodepine, rus o.l.)

I de første årene med eksponering vil plagene ofte forsvinne i forbindelse med helg og ferie. Hvis man slutter på det tidspunktet og går over til et annet yrke der man ikke blir eksponert for løsemidler, har man god sjanse for å bli helt restituert. Hvis ikke blir plagene kroniske. Noen forverring av skadene etter at eksponeringen er opphørt synes noe usikkert. En løsemiddelskadet person ser ut til å være mer mottakelig for andre sykdommer/påkjenninger enn ikke-eksponerte.

Informasjon er et viktig middel mot løsemiddelskader. Arbeidstilsynet har spredd mye informasjon om løsemidler til arbeidstakere og arbeidsgivere. Merking av produkter er også viktig. Den enkelte arbeider kan beskytte seg selv med masker, hansker og sørge for skikkelig ventilasjon.

En løsemiddelskade tar lang tid å utvikle, rundt 10 år ved kontinuerlig eksponering. Det var en sterk økning i antall meldte tilfeller av løsemiddelskader i 80-årene, samtidig som bevisstheten og kunnskapen om problemet har ført til økt fokusering på risikopotensialet.

3.9 SVEISERØYK

Årsaken til at røyk dannes under sveising, ligger i sveiseprosessen sine fysiske natur. Sveising er en sammenføyningsprosess som krever forholdsvis meget høye temperaturer for at materialene skal danne en gjennomgående homogen og kontinuerlig metallisk forbindelse. Den høye temperaturen smelter og fordampner en del av både grunnmaterialet og tilsettsmaterialet. Dampen oksideres i luften og danner små partikler som røyk. Elektrodedekket bidrar også til dannelse av sveiserøyk ved at små slaggpartikler og forskjellige gasser utvikles.

Røyken fra sveising består av forskjellige faste stoffer i partikkelform som støv og forskjellige gasser. Sammensetningen av de forskjellige stoffene og mengden av de forskjellige stoffene avhenger av mange faktorer hvor de viktigste er :

- sveiseprosessen
- sveiseparametrene (strøm, spenning, polaritet)
- tilsettsmateriale (pulver, fluks, dekketype)
- grunnmateriale
- dekkgass
- overflatebelegg på grunnmaterialet
- reaksjoner mellom lysbustrålingen og atmosfæren

Kombinasjonen av alle de ovenstående faktorer fører til uendelig mange muligheter for hva sveiserøyken inneholder og mengden av sveiserøyk. En allmenngyldig vurdering av hva sveiserøyken består av er derfor vanskelig å gi. Det kan allikevel i grove trekk sies noe om innholdet. Støvet inneholder metallforbindelser, hvorav de følgende er mest vanlige:

- jernoksid
- oksider av legeringselementer som Mn, Cr, Ni, Si, Mo

- oksider av tilsettsmaterialer som Cu, Ca, K, Na, Ti, Al, Mg
- fluorider fra tilsettsmaterialer
- Zn, Pb, Hg, Cd, Cr som oksider fra overflatebehandlet materiale

De vanligste gassene i sveiserøyken er:

- argon
- helium
- karbondioksid
- karbonmonoksid
- nitrogenoksider
- ozon
- hydrogenfluorid
- fosgen
- hydrogenklorid

Røykpartiklenes form og størrelse varierer, også innenfor hver enkelt sveiseprosess. Røyken består av partikler fra 0,001 µm til 1 mm. 95 % av støvet sveiseren puster inn er respirabelt; dvs. at støvet når ned i lungeblærene hvor gassutveksling foregår. Dette kan føre til alvorlige lungesykdommer over tid.

Pr 10.04.2008

Kapittel 4. Innemiljø. Ventilasjon. Brannvern.

4.1 INNEMILJØ

I Norge tilbringer vi ca. 90 % av vår tid inne, og innemiljøet har derfor stor innvirkning på hvordan vi har det. De senere års alarmerende rapporter om at innemiljøet medvirker sterkt til sykdom, utilpasshet og produksjonstap, har brakt med seg en viktig og nødvendig debatt. Det er derfor nødvendig å tenke tverrfaglig og se den totale sammenhengen mellom helse, trivsel, effektivitet og totaløkonomi. Dette innbefatter byggeplassprosedyrer, byggemetoder og byggetid, materialvalg, dimensjonering og valg av tekniske installasjoner, innredning, farger, lys- og støyforhold, renhold, drift og vedlikehold.

4.1.1 Krav til inneklime

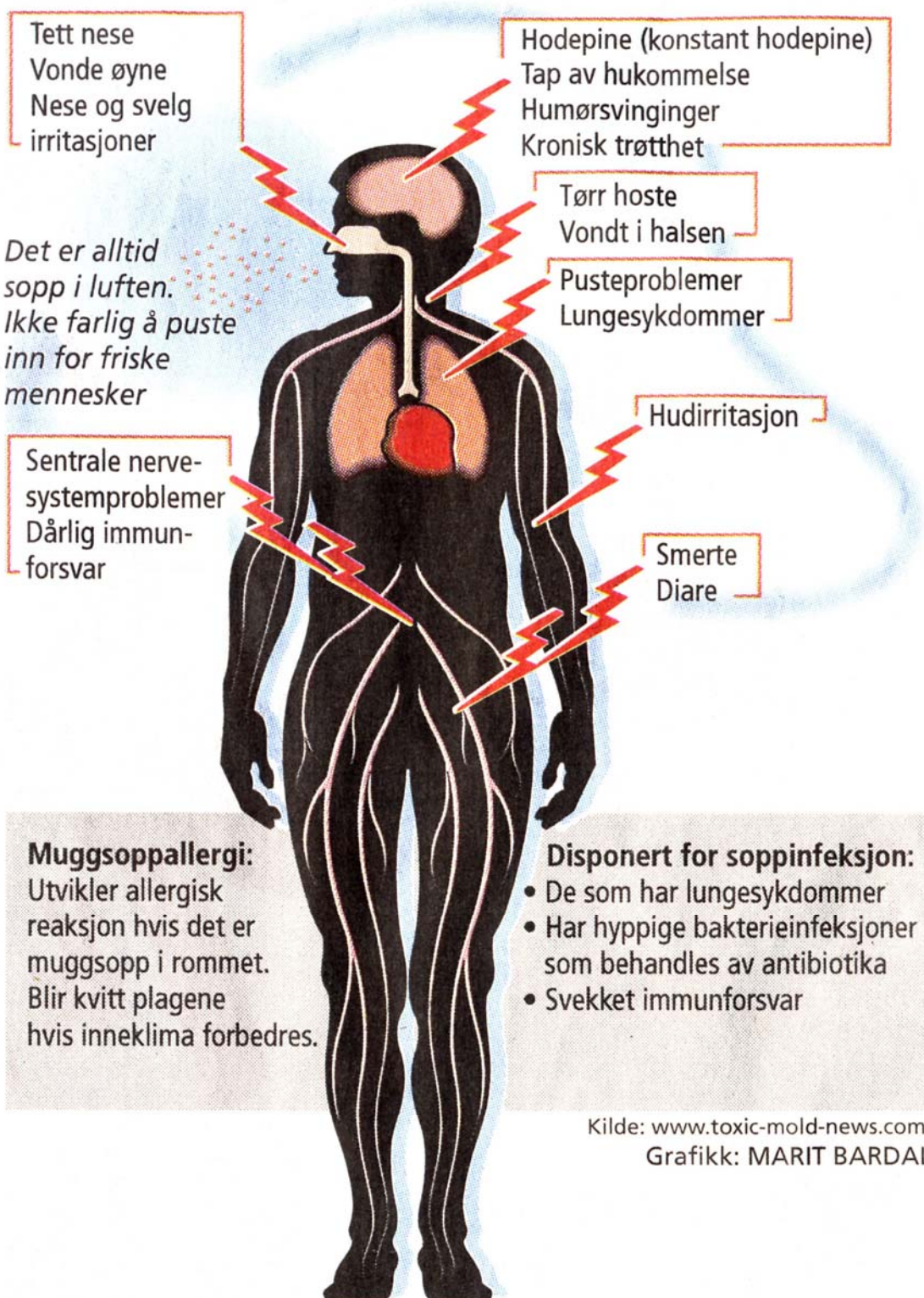
Kvaliteten på inneklimate har sammenheng med i hvilken grad de menneskelige behovene for sunnhet, komfort og trivsel blir tilfredsstilt. Mennesket reagerer på den samlede virkning av faktorene, og reaksjonen er forskjellig fra person til person. Grovt sett må forholdet mellom faktorene være slik avstemt at inneklimate blir komfortabelt og ikke medfører helserisiko.

Inneluft kan inneholde opp til flere tusen forskjellige forurensningskomponenter. Som regel er konsentrasjonen av hver enkelt komponent lav i forhold til de normene som er satt av Arbeidstilsynet for luft i industrimiljø. Mange av stoffene kan imidlertid ha samvirkende effekt slik at virkningen blir sterkere enn det konsentrasjonen av de enkelte komponentene og summen av dem skulle tilsi. Dette gjelder spesielt for slimhinneirritasjon og lukteintrykk. Når andre normer ikke er gitt bør man legge til grunn at luft som tilføres arbeidslokaler ikke må inneholde mer forurensning enn 1/20 av normverdiene gitt i administrative normer for forurensning i arbeidsatmosfære. Dette er lave verdier, og er vanskelig å måle.

For å oppnå god luftkvalitet er det viktig å forhindre at forurensning oppstår, eller å fjerne forurensningskildene. De viktigste bygningsmessige tiltakene er:

- Bygge tørt, dvs. og sørge for at materialer og bygningsdeler er tilstrekkelig uttørket før de bygges inn. Hindre fukt i å trenge inn i bygningen fra grunnen.
- Velge lite forurensende bygnings- og innredningsmaterialer.
- Anvende innkapsling og punktavsug og separat ventilasjon av forurensende maskiner, f.eks. oppvaskmaskiner, apparater, spesielt forurensende matlagingsprosesser, f.eks. steking.
- Sørge for tilstrekkelig ventilasjon - hindre resirkulering av luft.
- Filtrere ventilasjonsluften (uteluften).
- Rengjøre aggregater og ventilasjonskanaler før anlegget tas i bruk, og med jevne mellomrom under bruk.
- Unngå unødig befuktning av luften i ventilasjonssystemet.
- Forsegle direkte eksponerte betongoverflater.

Noen reaksjoner på dårlig inneklime



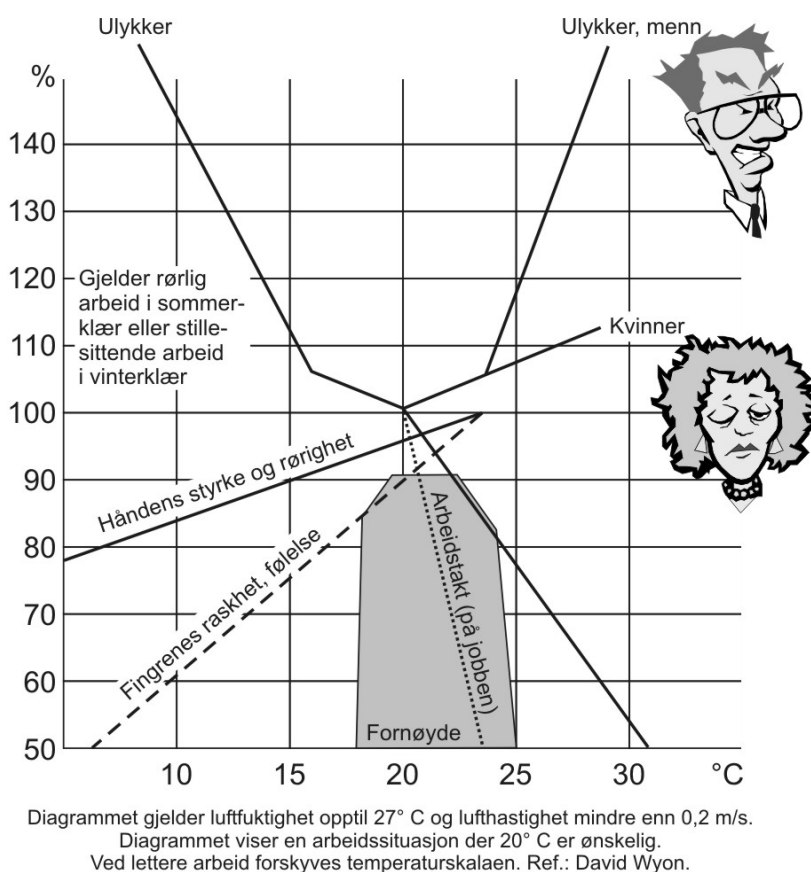
Ventilasjonsbehovet bestemmes ut fra krav til kvalitet på inneluften, uteluftens kvalitet, forurensningskildenes type og styrke, termiske forhold og ventilasjonseffekten. Gjennom bevisst og konsekvent planlegging, prosjektering, oppføring og renhold, drift og vedlikehold av en bygning, er det mulig å oppnå et godt luftmiljø uten altfor store luftmengder til ventilasjon.

Ventilasjon må behovsvurderes. Laveste luftmengder som kan aksepteres i nybygg har opp gjennom årene vært basert på konkrete dimensjoneringskrav eller tommelfingerregler basert på f.eks luftbehovet i $m^3/time/person$ eller $m^3/time/m^2$.

Lufttilførsel bør planlegges ut fra at trekk bør unngås. Hastigheten i oppholdssonen bør derfor ikke overstige 0,15 m/s ved fysisk lett arbeid. Akseptabelt inneklimate vil avhenge av fysisk aktivitet og påkledning. Ved å variere fra lette sommerklær til vanlige innendørs vinterklær kan vi tilpasse oss 4-5 °C temperaturvariasjon. Det er påvist at både for høy og for lav temperatur øker antall feilhandlinger og ulykker. Det er også fastslått at høy temperatur reduserer våkenhet og arbeidsevne/produktivitet. Høy lufttemperatur øker dessuten slimhinnenes reaksjon på luftforurensning (opplevelse av tørr luft). Det anbefales derfor at lufttemperaturen på arbeidsplassen holdes under 21 °C, til tider med oppvarmingsbehov.

Arbeidsplassen må om nødvendig skjermes mot varmestråling og mot kalde flater.

Ofta blir det klaget på tørr luft i et arbeidslokale, og særlig i kontorlandskap. Dette føler mange som et problem og luftfukter har ofte blitt kjøpt inn og satt i bruk. Dette er meget uheldig. Det er svært sjelden at lufta er for tørr. Årsaken ligger oftest i for varm inneluft og eventuelt trekk i lufta. Varm luft tørker ut slimhinnene i nese og svelg, og trekk tørker ut øynene (særlig merkbart for kontaktlinsebrukere). Ved fukttilførsel i for varm inneluft, kan sopp- og middplagen ofte bli verre, og innelufta blir ikke forbedret. Ved slike tilfelle er det best å senke innetemperaturen, særlig da temperaturen i hodehøyde.



Figur 4.1. Temperatur og ytelse.

4.1.2 Materialbruk

Oppmerksomheten mot avgassing fra materialer ble først fokusert av miljøbevisste arkitekter, som gjorde en pionerinnsats ved å grave frem alternative måter å bygge på.

Etterhvert har vi fått en liten folkebevegelse mot "usunne" bygningsmaterialer, der særlig sponplater har fått gjennomgå for sin avgivelse av gassen formaldehyd. Sponplate-industrien har reagert på mediapresset, og redusert avgassingene betydelig. Dessuten har det etterhvert blitt enighet om at sponplatene har fått urettmessig mye av ansvaret for inneklimaproblemer.

Selv om dårlig inneklima er en gjenganger i media, vil det ikke si at vi ikke kan bygge sunt i dag. Medisinen er å benytte materialer med kjent sammensetning og kjente egenskaper og å prioritere renholdsvennlighet og god fuktkontroll. Dessuten er det viktig at husene ikke er tette som hermetikkbokser. Det beste er hvis huset kan "puste". Tette hus er ofte en konsekvens av energiøkonomisering. Som et eksempel kan nevnes radon. Radonnivået i norske bygg har økt med av størrelsesorden 50 % fra 1980 og frem til begynnelsen på 2000-tallet. Dette skyldes bl.a. energiøkonomisering. Det estimeres på bakgrunn av dette at antall som dør av lungekreft i dag er 300 personer pr år mot 200 i 1980.

4.1.3 Renhold

Sviktende renhold skaper dårlig trivsel, gir redusert produktivitet og kan føre til helseproblemer. De senere års inneklimaforskning har satt fingeren på mikrobiologisk vekst på bygningsmaterialer.

Teorien er at mange lukt- og helseproblemer har sammenheng med sopp- og bakterievekst. Man antar at problemet er økende, først og fremst på grunn av høyere luftfuktighet i hus (redusert ventilasjon) og mange fukt- og vannskader.

Flere og flere blir allergiske i Norge. Mange reagerer på husmidd og støv, dyr og tobakksrøyk. Det er derfor svært viktig at steder der slike allergikere oppholder seg blir ofte og skikkelig rengjort. Renholdet blir dessverre nedprioritert mange steder fordi økonomien er dårlig. Dette straffer seg som regel ved lavere trivsel og høyere sykefravær, men dette er vanskelig å oppdage på budsjettet. Her gjenstår fortsatt mye informasjons- og holdningsarbeid.

4.1.4 Vedlikehold og ettersyn

Drift og vedlikehold av bygninger og tekniske anlegg er viktig også ut fra et innemiljø-perspektiv. Det er viktig å sørge for at bygning og installasjoner fungerer som forutsatt bl.a. for å unngå skadeutvikling. Oppfukning av konstruksjonene kan f.eks. gi dramatiske utslag av sopp- og råteskader, insektangrep og saltutslag og føre til økt avgassing fra bygningsmaterialene og muggsopp som avgir skadelige eller illeluktende gasser.

4.2 VENTILASJONSDIMENSJONERING

Helt avgjørende for valg av ventilasjonsvifter (trykk, volum) og areal av luftveier er forståelsen av anleggs- og viftekaraktistikkene, dvs. sammenhengen mellom det mottrykk (friksjonsmotstand) man har i et kanalsystem, og den luftmengde man kan få gjennom systemet med en valgt vifte.

4.2.1 Luftbehov

Ved beregning av luftbehov må det tas hensyn til visse ventilasjonsdimensjonerende faktorer; dvs. hvilke luftforurensninger det finnes på arbeidsstedet. I gruver og tunnelanlegg er det hovedsakelig dieselavgasser, sprenggasser og støv som er dimensjonerende for ventilasjonen. Erfaring viser at det ofte er tilstrekkelig å dimensjonere ventilasjonsbehovet etter dieseleksosen. Dette vil som regel

være tilstrekkelig for også å fjerne sprenggassene. Støv kan bli ventilasjonsdimensjonerende hvis kvartsinnholdet i bergarten er større enn 20 – 25 %, og det ikke tas i bruk spesielle støvdempende tiltak. Ved høyere kvartsinnhold i støvet enn dette, kan det være aktuelt å øke luftbehovet ut over det som er beregnet for dieseldriften. (Det er vanskelig å si *hvor mye* luftbehovet skal økes med da dette avgjøres utfra erfaring.) Ved stigning eller fall i tunneler på mer enn 2 - 3° må dette tas med i beregningen av luftbehovet.

Ved dieseldrift er det dieselforbruk per tidsenhet eller antall hk som bestemmer luftbehovet. Nedenfor er det vist noen enkle måter å beregne luftbehov (= Q) på ved dieseldrift under jord:

- $Q = hk \times 2,2 \text{ m}^3/\text{min}$
- $Q = 17,2 \times b + 25 \% \text{ m}^3/\text{min}$
 $b = \text{dieselforbruk l/time}$

Det må understrekes at dette er å anse som tommelfingerregler for overslagsberegninger. Etter hvert som de administrative normene for luftforurensninger reduseres (f.eks NO₂ fra 2,0 til 0,6 ppm) vil dette påvirke kravet til luftbehov under jord.

4.2.2 Luftveier

Lufthastigheten, og derved luftveienes areal, er av avgjørende betydning ved all ventilasjonsberegning. For industriventilasjon finnes håndbøker som gir nyttige opplysninger for den tekniske beregningen. For bergrom (gruver, tunneler inkl. kraftanlegg og vegtunneler både over- og undersjøiske) kan dette være noe mer komplisert. I skandinavisk sammenheng finnes begrenset dokumentasjon om underjordsventilasjon. For noen år siden ble boken "Ventilation vid underjordarbeten" utgitt. Hovedforfattere var Tom Myran, NTNU, Agne Rustan, Høgskolen i Luleå og Orvar Larsson, Gruvhälsan. Leder av redaksjonsgruppen Tomas Franzén, Stiftelsen Bergteknisk Forskning.

Med nåværende energi- og drivingskostnader, kan følgende lufthastigheter anbefales under jord tunneler, gruver):

- Større, råsprengte sjakter med rund profil: 8 - 10 m/sek
- Med slettsprengte vegger: 11 - 13 m/sek
- Fullprofilsjakter og orter: 12 - 25 m/sek ved små diametre, og noe større ved diametre over 2m.
- Ventilasjonsrørledninger: Økonomisk optimal hastighet er 16 - 18 m/sek. Ved lange rørledninger anbefales ofte 20 m/sek og ved begrenset plass opp mot 25 m/sek. Erfaringer har vist at maksimal hastighet er 30 - 32 m/sek.

4.2.3 Trykkfall i ventilasjonsrør og kanaler

For at luft skal kunne presses gjennom et kanalsystem kreves energi som må overvinne:

- friksjonstap mellom luften og kanalveggen
- enkeltmotstander som skyldes tverrsnitts- eller retningsendringer

$$p = \lambda \cdot \frac{lU}{4A^3} \cdot \frac{\gamma}{2g} \cdot Q^2 (\text{kg/m}^2)$$

En luftveis trykkfall kan (ut ifra Bernoullis ligning) skrives som:

($\text{kg/m}^2 = \text{mm v.s.}$, $1 \text{ mm v.s.} = 10 \text{ Pa}$)

λ = luftveiens friksjonsfaktor
 U = luftveiens omkrets (m)
 A = luftveiens tverrsnitt (m^2)
 l = luftveiens lengde (m)
 γ = luftens egenvekt (kg/m^3)
 Q = luftmengde (m^3/sek)
 g = gravitasjonskonstanten ($\gg 10$)

Størst usikkerhet ved trykkfallberegningen er knyttet til friksjonsfaktoren λ . I figur 4-2 er vist eksempler på λ -verdier for ventilasjonsrør og fullprofilboret luftvei.

I figur 4-3 er det vist hvordan friksjonsfaktoren λ varierer med tverrsnittet for en konvensjonelt drevet luftvei i fjell.

4.2.4 Beregning av vifter

Følgende formler og sammenhenger er viktig å kjenne til ved all ventilasjonsberegning.

- 1) Luftmengden (Q) er proporsjonal med omdreiningstallet (n):

$$Q_1/Q_2 = n_1/n_2$$

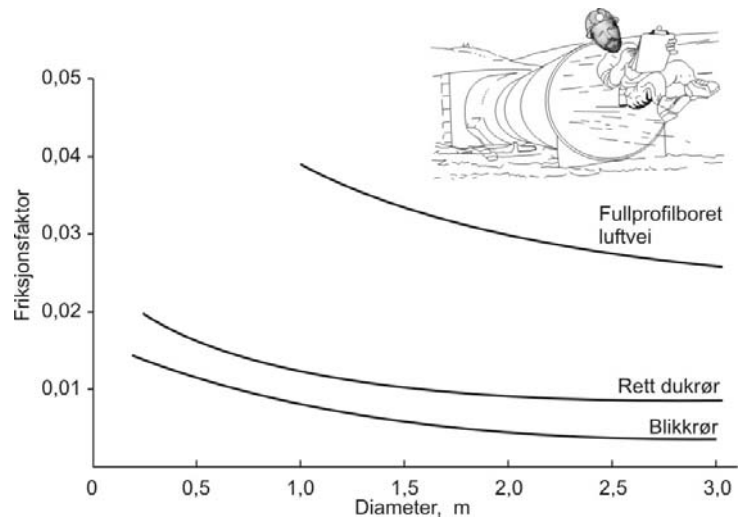
- 2) Trykket (p) er proporsjonalt med kvadratet av omdreiningstallet (n):

$$p_1/p_2 = (n_1/n_2)^2$$

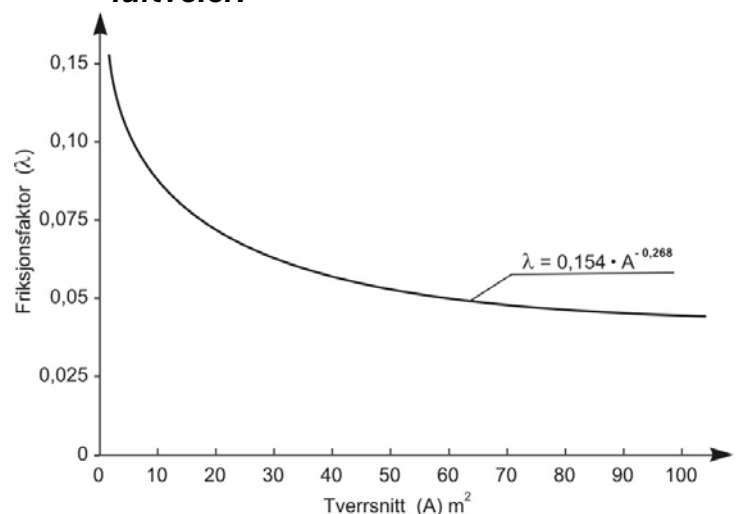
- 3) Effektbehovet (W) er proporsjonalt med omdreiningstallet i 3. potens:

$$W_1/W_2 = (n_1/n_2)^3$$

Sammenhengen mellom en viftes trykk (p), luftmengden (Q) og effektbehovet (W) er:



Figur 4.2. Frikasjonsfaktor λ for ulike typer luftveier.



Figur 4.3. Frikasjonsfaktor λ som funksjon av tverrsnittet (A), for en vanlig konvensjonelt drevet luftvei.

$$W = \frac{Q_p}{75\eta} (\text{hk}) = \frac{Q_p}{102\eta} (\text{kW})$$

hvor η er viftens virkningsgrad (f.eks. 0.8, dvs. 80 %).

4.2.5 Ventilasjonsskontroll

For å sikre luftmengden til arbeidsstedet, er det nødvendig å utføre jevnlig vedlikehold av ventilasjonsduk og vifter. Vifter bør rengjøres for støv og smuss, og ventilasjonsduker må holdes tette. Under normale trykkforhold bør ikke luftlekkasjer i duk og koblinger være større enn 5 % pr. 100 m i gruver, og i lange tunneler vesentlig under dette.

Ved lange tunneler bør man ha etablert rutiner for ventilasjonsskontroll som omfatter:

- målinger av luftkvaliteten på arbeidsstedet
- måling av lufthastighet i faste målepunkt
- kontroll av statisk trykk i duken
- lekkasjekontroll i duken

4.3 BRANNVERN

Det er en rekke lover og bestemmelser som stiller krav til brannsikkerhet; Arbeidsmiljøloven, Bygningsloven med forskrifter og Lov om eksplosiver. Hovedansvaret for brannsikkerheten ligger på en bedrifts ansvarlige leder, men hver avdelingsleder plikter å sørge for at alle ansatte er orientert om de aktuelle brannverntiltak i bedriften; varselrutiner, rømningsveier, og plassering og bruk av slokkeutstyr. Enhver arbeidstaker skal imidlertid vise aktsomhet, følge arbeidsgiverens instruks og bruke påbudt verneutstyr.

4.3.1 Forebyggende tiltak

Enhver brann begynner i det små, men den utvikler seg ofte dramatisk raskt. Det har vist seg igjen og igjen, at det er i de første, få minuttene etter at en brann er oppdaget - og før brannvesenet er kommet - at brannens skadeomfang avgjøres.

I arbeidet med brann- og eksplosjonsvern er det tre hovedprinsipp:

1. Branner, eksplosjoner og andre ulykker skal forebygges så langt råd er.
2. Beredskap og andre skadereduserende ordninger skal settes i verk når slike ulykker allikevel skjer.
3. Alle branner eller tilløp til brann skal rapporteres og bearbeides i bedriftens internkontroll gjennom en brannevaluering.

For å møte et eventuelt branntilløp på en effektiv måte, må man altså være godt forberedt. Forebyggende tiltak mot brann skal inngå i planleggingen av nyanlegg, ombygging og endring av eldre anlegg. Det skal f.eks. i gruver installeres vannledninger, elektriske anlegg og ventilasjon slik

at brannfaren er minst mulig. Rømningsveier, transportveier, bygninger, maskiner, transformatorer, omformere, trekonstruksjoner, transportbånd, avfallsopplag m.m. skal plasseres og utføres slik at fare fra brann og brannspredning blir redusert og at rednings- og rømningsmuligheter sikres best mulig.

Seksjonering

Brannteknisk seksjonering vil si å dele bygninger i avsnitt ved hjelp av brannvegger og branndører. Hensikten er å hindre en brann i å spre seg ut over det avsnittet den er oppstått i. Over jord skal lager, verksted, kompressoranlegg og oppholdsrom plasseres eller sikres slik at eventuell brann ikke kan forplante seg til anlegg under jord.

Rømningsveier

Det skal utarbeides planer for rømningsveier. Rømningsveiene skal merkes og på hensiktsmessige steder skal det være opplysninger om hvor rømningsveiene befinner seg. En rømningsvei skal på en oversiktlig måte lede ut i det fri.

Slokkingsutstyr

På sentrale og hensiktsmessige steder skal det plasseres håndslukkeapparater godkjent av Statens branninspeksjon. Vannanlegg i gruver skal dimensjoneres og plasseres slik at det kan brukes til brannslukking.

Alarmsystem

I en alarmplan skal det finnes anvisning om hvordan eget redningspersonell alarmeres og hvordan berørt personell får snarlig beskjed om rømning. Det skal også inngå i planen anvisninger om hvordan utenforstående redningsstyrker tilkalles. Noe effektivt signalsystem, som med sikkerhet varsler alle på arbeidsplassen finnes ikke. Det som er vanlig ved alarmering, er telefonalarm, personsøkere, gjentatt blinking med allmennbelysning eller spesielt brannalarmsystem med lys- eller lydsignaler på sentralt lagte plasser. På steder der brannrisikoen er stor og der følgene av en brann kan forårsake store personelle og økonomiske konsekvenser bør automatisk brannalarm og slokkingsanordninger installeres.

Orden og renhold

Brannfarlig avfall skal plasseres i egne beholdere. Avfall, emballasje, treull eller andre lett antenkelige ting skal ikke samles i fyrrom, ved elektriske ovner, nær piper eller varme rør. Tomemballasje eller varer må aldri hindre lett adkomst til nødutganger, branndører, slokkeutstyr eller brannvarslere.

4.3.2 Beredskap/opplæring

Det skal utarbeides plan for redningstjenesten. Planen skal tilpasses virksomhetens størrelse og de lokale forhold.

Det er nødvendig at hver enkelt på en arbeidsplass er opplært i brannvern. Ledelsen av brannvern og tilhørende redningstjeneste skal ivaretas av en brannvernleder. Slokkemannskap skal kjenne til bruk

av røykvernutstyr og røykdykking, bruk av slukke- og redningsmateriell, slokketeknikk, førstehjelp og faremomenter ved brann og brannslukking. Slokkemannskapet bør ha jevnlig øvelser.