



Hälsorisker av bergdamm

Bodil Björ

Albin Stjernbrandt

Bengt Järholm

Umeå universitet och Norrlands universitetssjukhus

ISSN: 1650-3171

Omlagsfoto: Mostphotos

Tryck: Elanders Sverige AB 2015

Innehåll

Förord 5

Inledning 6

Metoder 7

Bergdamm 8

Innehåll 8

Andra luftföroreningar i samband med bergdamm 9

Exponering för bergdamm i Sverige 10

Mätning av bergdamm 10

Historiskt perspektiv 11

Aktuellt perspektiv 11

Hälsoeffekter av bergdamm 14

Stendammlunga (silikos) 14

Kroniskt obstruktiv lungsjukdom 22

Lungcancer 25

Risken för ohälsa på grund av
andra luftföroreningar vid arbete i tunnlar och gruvor 28

Radon 28

Dieselavgaser 29

Risken för ohälsa vid exponering för bergdamm 31

Stendammlunga 32

Kroniskt obstruktiv lungsjukdom (KOL) 34

Lungcancer 35

Den totala risken 37

Hälsokontroller kan inte ersätta förebyggande åtgärder 40

Prevention 40

Sammanfattning 44

Referenser 45

Appendix 1: Beskrivning av uppmätt respirabelt kvartsdamm 48

Appendix 2: Beräkning av risker för lungcancer 52

Förord

Arbetsmiljöverket har fått i uppdrag av regeringen att informera och sprida kunskap om områden av betydelse för arbetsmiljön. Under kommande år publiceras därför ett flertal kunskapssammanställningar där välrenommerade forskare sammanfattat kunskapsläget inom ett antal teman. En vetenskaplig granskning av denna rapport har utförts av forskningschef Helge Kjuus, STAMI, Norge. Den slutliga utformningen ansvarar dock författarna själva för.

Rapporterna finns kostnadsfritt tillgängliga på Arbetsmiljöverkets webbplats. Där finns även material från seminarieriet som Arbetsmiljöverket arrangerar i samband med rapporternas publicering.

Projektledare för kunskapssammanställningen vid Arbetsmiljöverket har varit Ulrika Thomsson Myrvang. Vi vill även tacka övriga kollegor vid Arbetsmiljöverket som varit behjälpliga i arbetet med rapporterna.

De åsikter som uttrycks i denna rapport är författarnas egna och speglar inte nödvändigtvis Arbetsmiljöverkets uppfattning.

Ann Ponton Klevestedt

Inledning

Ett samband mellan bergarbete och olika sjukdomar har dokumenterats sedan åtminstone 1500-talet. Linné beskrev till exempel hur arbetare som bröt sandsten drabbades av lungsjukdom och det han beskrev tolkas idag som stendammslunga (silikos). I Sverige gjordes stora insatser under 1900-talet för att bekämpa sjukdomen. Man genomförde olika åtgärder för att minska dammhalten, började mäta halten av damm och genomförde hälsokontroller på dem som arbetade i miljöer där det dammade mycket, till exempel gruvor, stenindustri och stenkrossar. Antalet personer som drabbas av så svår stendammslunga att de avlider på grund av sjukdomen har därigenom minskat. Det är dock fortfarande en vanlig sjukdom i många länder, bland annat inom gruvindustrin. På senare år har man även kunnat visa att bergdamm innehållande kvarts ökar risken för lungcancer. Höga halter av damm ökar också risken för att drabbas av kroniskt obstruktiv lungsjukdom (KOL).

Syftet med denna översikt är att skapa ett underlag om riskerna med bergdamm i dagens svenska arbetsmiljö som kan öka förståelsen för de föreskrifter som finns och därmed motivationen att se till att nivåerna av damm är tillräckligt låga.

Rapporten beskriver först de sjukdomar som framför allt kopplats till bergdamm (stendammslunga, lungcancer och kroniskt obstruktiv lungsjukdom), men också kortfattat riskerna med andra föroreningar som är vanliga i miljöer där bergdamm förekommer (radon och dieselavgaser). Risken att drabbas av sjukdom på grund av bergdamm vid de halter som förekommer i Sverige idag har beräknats och jämförs med några andra risker. Möjligheterna att genom hälsokontroller påverka risken för sjukdom beskrivs också.

Rapporten bygger på litteraturgenomgångar där framför allt andra litteratursammanställningar använts när det gäller att beskriva riskerna för sjukdom. Mätdata för aktuella nivåer av damm har inhämtats via Arbetsmiljöverkets databas. Språket har anpassats för att det ska kunna förstås även av personer utan specialkunskaper inom området. Text med mer facktermer finns indragen i text och fotnoter.

Metoder

I december 2014 företogs en litteratursökning på PubMed. En sökning på MeSH-termen [SILICOSIS] filtrerad för review-artiklar på engelska publicerade mellan 2000-01-01 och 2014-12-04 renderade 114 träffar. En sökning på MeSH-termerna [SILICOSIS] och [SWEDEN] för artiklar publicerade mellan 2000-01-01 och 2014-12-04 utan ytterligare urvals begränsning renderade 6 träffar. Utifrån artiklarnas sammanfattande utdrag (abstract) sorterades relevanta artiklar ut, totalt 17 respektive 3 stycken. Vid genomsökning av dessa artiklar fann vi referenser till ytterligare relevanta artiklar som inte hade fångats upp vid den ursprungliga sökningen.

Bergdamm

Innehåll

Bergdamm bildas när berg eller sten bearbetas, till exempel i en stenkross, vid tillverkning av gatsten, brytning av malm i gruvor, bearbetning av betonginnehållande stenmaterial eller arbete i tunnlar. Sammansättningen är beroende av det bergmaterial som förekommer. I en järnmalmgruva förekommer till exempel järnmalm, men också "gråberg" som till exempel granit eller gnejs. I de flesta bergarter förekommer kvarts som på kemiskt språk benämns kisel-dioxid. Sand innehåller också kvarts. Kvarts är ett av de vanligaste mineralen i den svenska berggrunden. Halten av kvarts kan variera mycket. I stora svenska järnmalmgruvor är halten i dammet 2-3 procent (Bergdahl, Jonsson et al. 2010). Halten beror på typ av gruva, men också på hur brytningen går till. Mätningar på 1960-talet i gruvor och tillhörande krossanläggningar visade på halter i dammet mellan 7 och 31 procent (Westerholm 1980). I stenbrott beror halten på var provet tas och vilken berggrund som stenbrottet ligger i. Provtagning i ett skånskt stenbrott visade halter av kvarts mellan 54 och 90 procent beroende på var provet togs (Jansson 2005). Provtagning vid två stenbrott i Norrbotten och Uppland fann en genomsnittlig kvartshalt på mellan 30 och 40 procent (Nygård 2004). Vid nedläggning av fiberkabel kan ballastmaterial med kvartshalter på minst 30 eller minst 85 procent eftersträvas då kvarts har goda värmeledande egenskaper (<http://www.cbi.se/viewNavMenu.do?menuID=317&oid=4670> kontrollerad 150529).

Kisel är ett halvmetalliskt grundämne som utgör den vanligaste mineralen i jordskorpan. Kisel förenas med syre till kiseldioxid (SiO_2) och förekommer i två huvudsakliga former - fritt (kristallint) och amorft. Den fria formen finns i fem varianter (polyformer): kvarts, tridymit, kristobalit, koesit och stishovit. Av dessa är kvarts vanligast förekommande och ingår i svenska bergarter som granit, gnejs och sandsten (Peretz et al. 2006, Sirajuddin and Kanne 2009). Exempelvis kristobalit och tridymit återfinns å andra sidan huvudsakligen i vulkanisk lava. Den amorfa formen av kiseldioxid saknar kristallstruktur, har mindre toxiska egenskaper (IARC 1987) och återfinns i bland annat opal och kiselgur. Genom kraftig upphettning av kiselinnehållande material kan strukturen ändras. Flera olika

kiseldioxidföreningar kan också framställas på syntetisk väg. Man anser generellt att nyligen brutet fritt kiseldioxid är mer cytotoxiskt och orsakar mer inflammation än åldrat material, sannolikt för att det genererar klyvningsytor med reaktiva kiselradikaler (Castranova and Vallyathan 2000). Reaktionen med andra dammpartiklar i luften som aluminiumsalter, tenn och tungsten kan minska eller öka den biologiska aktiviteten av kvartsdamm (Leung et al. 2012).

Utöver bergdammets sammansättning har partiklarnas storlek också en väsentlig betydelse för hur de påverkar hälsan. Stora partiklar faller snabbt till marken eller fastnar i övre luftvägarna (näsa/svalg) där de kan orsaka irritation, men sällan vålla svårare sjukdom. Små partiklar kan inandas och fastna långt ner i luftvägarna. Som tumregel gäller att partiklar under 5 μm (1 μm = 1 tusendels millimeter) kan nå långt ner i lungorna och ända ut i lungblåsorna (alveolerna). Vid mätning av partiklar i luften talar man ibland om respirabelt damm och det är ungefär detsamma som partiklar vilka kan nå längst ut i lungorna.¹ Sett ur ett hälsoperspektiv har man funnit att även en något större partikelstorlek än respirabelt damm ökar risken för att den som utsätts ska utveckla kronisk obstruktiv lungfunktion (KOL) (Nordby et al 2011). Än så länge är det dock i Sverige rutin att mäta och analysera den respirabla fraktionen av dammet.

Många yrkesgrupper som exempelvis gruvarbetare, operatörer vid permanenta och mobila stenkrossverk, stenhuggare, tunnelbyggare och anläggningsarbetare kommer i kontakt med bergdamm. Exponering för kvarts kan också förekomma där sand används, till exempel i gjutier. Tidigare utgjorde blästring med sand en betydande risk för sjukdom, men numera är blästring med kvartshaltig sand förbjuden.

Andra luftföroreningar i samband med bergdamm

Samtidigt med bergdamm förekommer andra luftföroreningar beroende på var man arbetar (gruva, byggarbetsplats, tunnel etc.) och hur man arbetar (dieselfordon, sprängning m.m.). Dieselfordon används ofta där bergmaterial hanteras och i tunnlar och gruvor kan avgasnivåerna väsentligt överstiga de som finns i till exempel

1 Tekniskt definieras respirabelt damm utifrån att 50 % av partiklarna av en viss storlek passerar en storleksspecifik provtagare. Vilken aerodynamisk partikelstorlek avgörs av den avskiljningskurva som anges i SS-EN 481 (ref SS-EN 481, Arbetsplatsluft - Partiklar i aerosoler - Bestämning av storleksfördelning). I många studier avseende silikos och lungcancer används detta mått för att kvantifiera exponeringen. Det finns även andra relevanta mått, till exempel torakal fraktion och totaldamm.

gatumiljöer. I många bergarter förekommer också uran (till exempel i gnejs och granit), vilket innebär att radongas kan frisättas. Det innebär att höga halter av radon kan förekomma i tunnlar och gruvor, framför allt i utrymmen där ventilationen är otillräcklig. I samband med sprängning kan spränggaser förekomma.

Exponering för bergdamm i Sverige

Bergdamm mäts i Sverige som respirabelt damm sedan 70-talet. Då tar man inte hänsyn till dammets innehåll och det anges i enheten mg/m^3 (nivågränsvärde $5 \text{ mg}/\text{m}^3$). Vid mätning av bergdamm är det vanligt att man bestämmer halten av respirabelt kvarts i luften och det som $\text{mg kvarts}/\text{m}^3$, men har ett betydligt lägre gränsvärde (nivågränsvärde $0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$). EU's vetenskapliga kommitté för gränsvärden har föreslagit $0,05 \text{ mg respirabelt kvarts (eller kristallin kiseldioxid)}/\text{m}^3$ som gränsvärde för yrkesexponering (SCOEL 2003).

Mätning av bergdamm

Halten av bergdamm mäts genom aktiv provtagning då luft pumpas genom en provtagare som skiljer ut partiklar av en viss storlek. För att mäta så kallat respirabelt damm, en hälsorelaterad storleksfraktion, används provtagare som bara samlar upp en del av damm som är mindre än ca $5 \mu\text{m}$ (AFS 2011:18). Sedan bestämmer man mängden kvarts i provet och utifrån den mängden och provtagen luftvolym beräknas koncentrationen av respirabelt kvarts.

Mätning av halten bergdamm sker i Sverige med personburen provtagning och vanligtvis under en arbetsdag. Även om man mäter på samma person på samma arbetsplats under två olika dagar brukar halten variera. Hur mycket den varierar beror på typ av arbete och arbetsplats. Spridningen av värdena kan vara stor och vill man säkert veta medelvärdet av dammhalten och hur mycket det varierar mellan olika personer, krävs upprepade mätningar på samma person och mätning på flera personer (Rappaport 1991; Rappaport et al. 1993).

Kraven på planering och genomförande av exponeringsmätningar för jämförelse mot gränsvärden finns i Arbetsmiljöverkets föreskrifter.

Arbetsmiljöverkets föreskrifter anger kraven på planering och

genomförande vid exponeringsmätningar när ett uppmätt värde ska jämföras med ett gränsvärde (se till exempel AFS 2011:18)².

Historiskt perspektiv

I Sverige började man mäta exponering för respirabelt kvartsdamm med personburen provtagning i slutet av 1960-talet. I en översikt från 2013 uppskattar man att halten respirabelt kvartsdamm i svensk industri i medeltal var cirka 10 gånger högre 1970 jämfört med 1990 (se tabell 1) (Montelius 2013). Även om halterna minskat med en tiondel i snitt på 20 år kan man se att den minskade exponeringen varit större inom vissa branscher. Till exempel har halten i stenindustrin minskat till en tjugonedel, medan exponeringen inom gruvindustrin bara minskade till en fjärdedel för motsvarande tidsperiod. Fortfarande var dock halten i stenindustrin cirka dubbelt så hög som inom gruvindustrin 1990.

Tabell 1. Genomsnittlig halt av kvarts i luft i olika verksamheter (Montelius 2013)

Verksamhet	1970 (mg/m ³)	1990 (mg/m ³)
Gruva	0,1	0,025
Stenindustri	0,92	0,045
Vägbyggnad	0,34	0,03
Husbyggnad	0,28	0,03

Data från mätningar genomförda i byggindustrin av företagshälsovården (Bygghälsan) mellan 1978 och 1989 (totalt drygt 2 700 mätningar) visar på en genomsnittlig halt av respirabelt kvarts på 0,09 mg/m³ (standardavvikelse 0,35). Cirka 20 procent av mätningarna visade en halt över 0,1 mg/m³ (Järholm, personlig kommunikation). Mätningar vid ROT-arbeten under 2004 fann att 64 % översteg gränsvärdet (Surakka, personlig kommunikation).

Aktuellt perspektiv

Det har tidigare beräknats att cirka 85 000 personer i Sverige exponeras för kvartsdamm genom sitt yrke (Kauppinen et al. 2000).

Obligatoriska mätningar av kvarts inrapporteras av företagen till Arbetsmiljöverket. Mellan åren 2002 och 2014 har det rapporterats in cirka 1 100 mätrapporter från gruvindustrin, stenkrossar/bergtäkter

2 Med **respirabelt** damm menas den dammfraktion som definieras i svensk standard SS-EN 481, Arbetsplatsluft - Partikelstorleksfraktioner för mätning av luftburna partiklar, Utgåva 1, 1993, punkt 2.11 och som har en provtagningskarakteristik enligt punkt 5.3. (AFS 2011:18).

och asfaltverk. Antalet inrapporterade mätningar har sjunkit under den tiden, cirka 75 procent av mätningarna gjordes mellan åren 2002 och 2009 (se appendix 1). Tabell 2 (år 2002–2009) och 3 (år 2010–2014) visar fördelningen av mätresultaten branschvis, medelnivå av respirabelt kvarts (aritmetiskt medelvärde), spridningsmått i form av standardavvikelse, maximalt uppmätt halt samt andel (%) av mätningarna som överskridit nivågränsvärdet³.

Tabell 2. Inrapporterade individuella mätresultat av kvarts till Arbetsmiljöverket år 2002–2009, uppdelat på bransch.

Bransch	Antal mätningar	Medelvärde mg/m ³	Standardavvikelse	Max mg/m ³	Andel av mätningarna som överstiger 0,1 mg/m ³ (%)
Gruvindustri	1308	0,017	0,050	1,35	2,0
Stenkrossar/bergstäkter	1377	0,042	0,099	1,47	9,3
Asfaltstillverkning	268	0,025	0,065	0,80	5,6

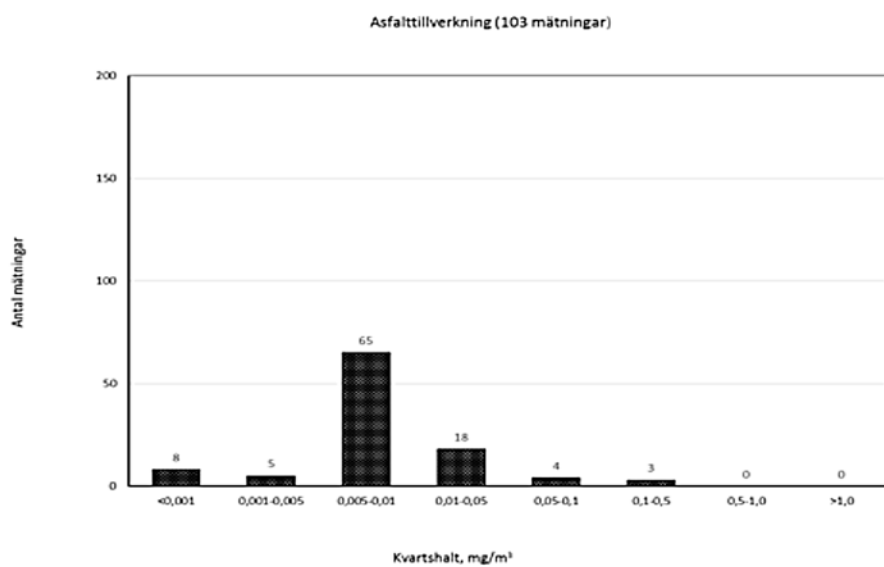
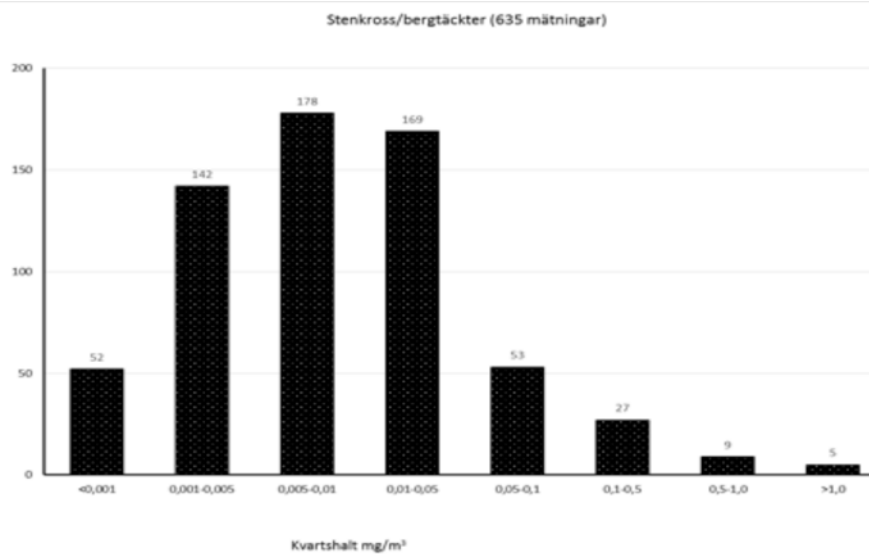
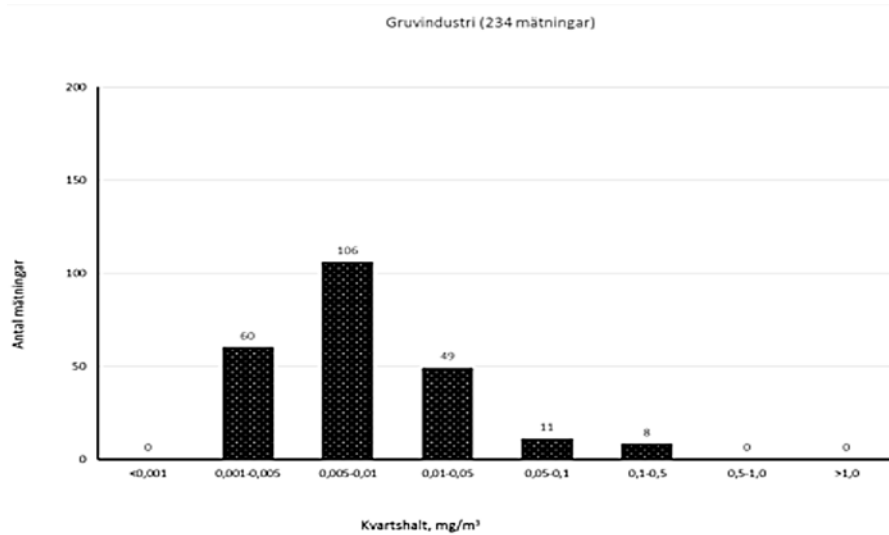
Tabell 3. Inrapporterade individuella mätresultat av kvarts till Arbetsmiljöverket år 2010–2014, uppdelat på bransch.

Bransch	Antal mätningar	Medelvärde mg/m ³	Standardavvikelse	Max mg/m ³	Andel av mätningarna som överstiger 0,1 mg/m ³ (%)
Gruvindustri	234	0,019	0,039	0,35	3,4
Stenkrossar/bergstäkter	635	0,048	0,17	2,27	6,8
Asfaltstillverkning	103	0,019	0,052	0,49	3,9

Av tabellerna framkommer att det har rapporterats in väsentligt färre mätresultat, framförallt från gruvbranschen, under den senare tidsperioden. Andelen av mätningarna som överstiger gränsvärdet har ökat något inom gruvindustrin, medan den minskat något inom de två övriga branscherna. Det aritmetiska medelvärdet inom respektive bransch har inte förändrats nämnvärt mellan de två tidsperioderna.

I figur 1 visas fördelningen av uppmätta kvartshalter i de olika branscherna under perioden 2010 till 2014.

³ Författarna riktar ett stort tack till Jouni Surakka, Yrkeshygieniker vid Arbetsmiljöverket, för sitt arbete med framtagning av mätdata och som i sin roll varit behjälplig som diskussionspartner.



Figur 1. Fördelning av mätvärden av kvartsdamm i gruva, stenkross och asfaltverk

I figuren ovan ser man att majoriteten av alla mätresultat ligger mellan 0,005 och 0,01 mg/m³. Stenkrossar/bergtäkter är den bransch som har störst andel mätvärden över gränsvärdet på 0,1 mg/m³. Det är även den bransch som har den största spridningen av mätresultat. En viktig aspekt att ta hänsyn till när man tittar på inrapporterade mätvärden är urvalet. Enligt information från arbetsmiljöverket (AV) är antalet rapporter som finns i deras databas inte en komplett beskrivning över de miljöer där det finns en skyldighet att mäta. Det finns ett problem med mörkertal, då alla företag som har skyldighet att mäta inte mäter, alternativt inte rapporterar det till AV. Argumentation förs kring att det bara är de "låga" mätresultaten man rapporterar in. Trots detta ser man från tabeller och figurer ovan att även bland de värden som har rapporterats in finns anledning att uppmärksamma branscher på vikten av att vidta åtgärder för att minska exponeringen samt att kontrollera vidtagna åtgärders effekter genom kontinuerliga mätningar. Fullständig redovisning av inrapporterade mätvärden mellan 2002 och 2014 finns i appendix 1

Hälsoeffekter av bergdamm

Bergdamm innehållande kvarts kan orsaka stendammlunga och lungcancer⁴. Dessutom kan bergdamm orsaka kroniskt obstruktiv lungsjukdom oavsett om kvarts förekommer eller inte. Nedan beskrivs dessa tre sjukdomar.

Stendammlunga (silikos)

Exponering för bergdamm kan ge upphov till en ökad bildning av bindväv i lungan (lungfibros). En sådan skada kallas ibland för dammlunga eller pneumokonios. Det finns olika typer av dammlunga⁵. I Sverige är det kvarts i dammet som har störst betydelse för risken att utveckla dammlunga i samband med bergarbete (Ahlmark 1967). I svenskt berg finns också andra typer av ämnen än kvarts som kan orsaka pneumokonios, men de är betydligt ovanligare⁶.

Stendammlunga brukar betraktas som en av de äldsta yrkessjuk-

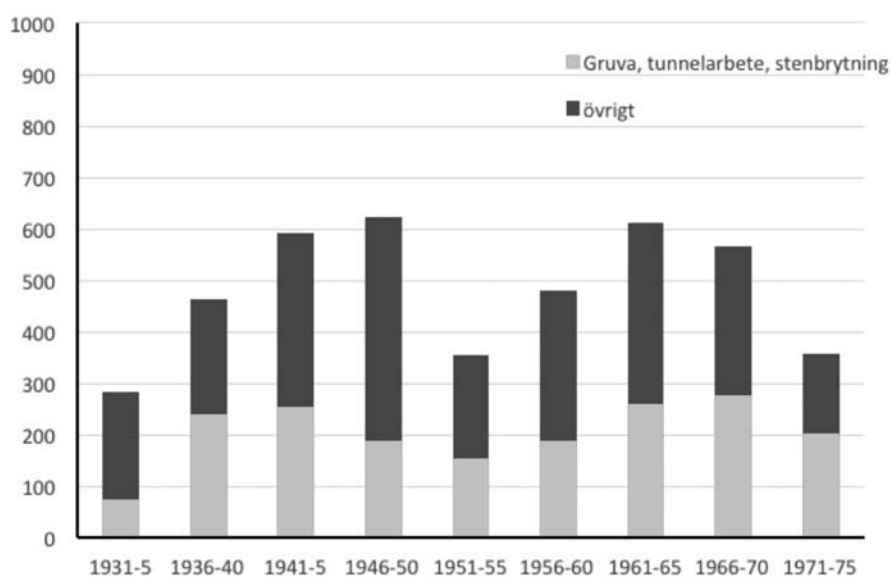
4 Sådant arbete kan också innebära en ökad risk för reumatiska sjukdomar.

5 Det finns många olika varianter av "dammlunga" som exempelvis asbestos, beryllios, sideros och antrakos.

6 Den pneumokonios man riskerar att förvärva vid exponering för bergdamm i Sverige är inte alltid en renodlad silikos. Det kan förekomma exponering för exempelvis silikater, järn- och kolpartiklar som då ger upphov till en så kallad blanddammsilikos i form av silikato-silikos, sidero-silikos respektive antrako-silikos.

domarna. I Sverige beskrevs sjukdomen för första gången 1743 då Carl von Linné under en resa i Dalarna reflekterade över den höga andelen lungsjuka bland sandstensarbetarna i Orsa. Under 1930-talet blev den erkänd som yrkessjukdom i Sverige och något hundratal nya fall upptäcktes varje år.

Det gjordes stora insatser för att bekämpa sjukdomen framför allt genom att minska exponeringen för damm innehållande kvarts i Sverige under 1900-talet, framför allt kring andra världskriget och åren därefter (Ahlmark 1967). Antalet fall med diagnosen stendammslunga har genom åren registrerats på olika sätt. Från 1930-talet började fallen registreras via register för yrkessjukdomar inom offentlig och privat försäkring. Från 1953 skedde registreringen endast via ett offentligt register inom yrkesskadeförsäkringen. Från 1972 togs registret över av dåvarande Arbetarskyddsstyrelsen. Registret lades ner omkring 1990. En studie av 4 590 fall anmälda till registren mellan 1931 och 1975 visar att antalet fall tenderade att minska något under början av 1970-talet (Westerholm 1980). I figur 2 visas året när sjukdomen debuterade (i de flesta fall när den första gången syntes på en röntgenbild).

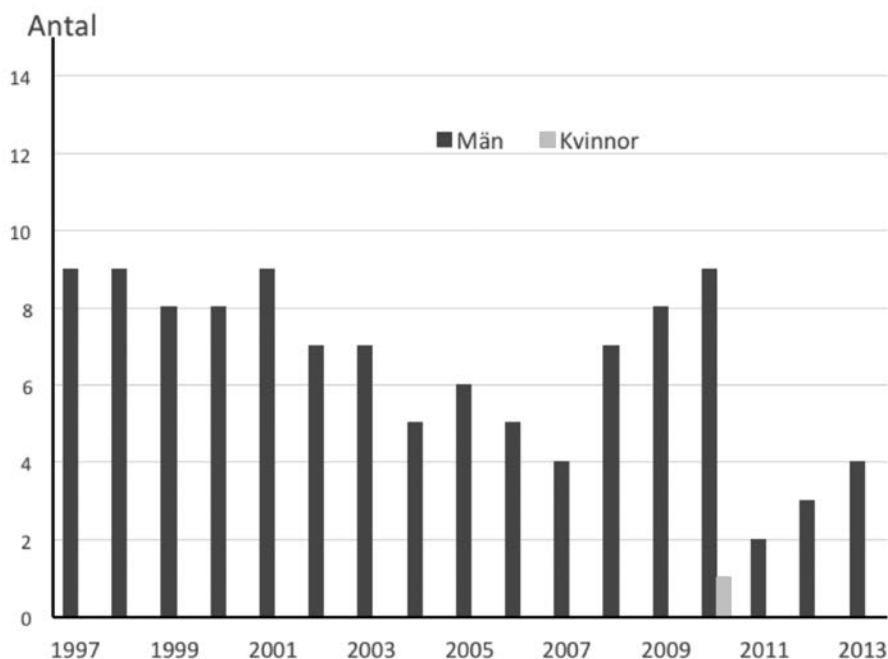


Figur 2. Antalet rapporterade fall 1931–1975 av stendammslunga med avseende på när sjukdomen först upptäcktes (Westerholm 1980).

Stendammslunga kan i vissa fall leda till en för tidig död. Mellan 1997 och 2013 avled 110 män och en kvinna där stendammslunga ansågs vara den underliggande dödsorsaken (se figur 3). Diagnosen kan också vara dödsorsak och ser man hur många personer som avlider där stendammslunga anges på dödsbeviset⁷ så är det betydligt

7 Som underliggande eller bidragande dödsorsak.

fler. Mellan 2007 och 2012 så avled totalt 71 personer (70 män och en kvinna) där diagnosen stendammslunga förekom på dödsbeviset. De allra flesta som avlider i silikos idag är i hög ålder. Av de 111 fallen som avled mellan 1997 och 2013 var 4 personer mellan 50 och 64 år, 23 personer mellan 65 och 79 år och 84 personer över 80 år.



Figur 3. Antalet dödsfall per år i Sverige där stendammslunga varit den underliggande dödsorsaken (Källa: statistikdatabasen, Socialstyrelsen)

Stendammslunga är för det mesta yrkesrelaterad och drabbar bland annat gruvarbetare i många länder. Till exempel uppskattar man att det bara i Kina registreras cirka 6 000 nya fall av stendammslunga varje år och mer än 24 000 personer dör årligen i stendammslunga (Leung et al. 2012). I kinesisk gruvindustri anges cirka 6 000 personer avlida på grund av dammlunga (orsakad av sten/koldamm i gruvor⁸) (Feickert 2013). I polsk gruvindustri diagnosticerades till exempel 2010 totalt 548 fall av dammlunga⁹ (Krzemien and Krzemien 2013). I många länder kompliceras sjukdomen dessutom av samtidig förekomst av tuberkulos och HIV (Rees and Murray 2007).

Stendammslunga orsakas av kristallin kiseldioxid (SiO_2). Vanlig sand innehåller kiseldioxid, vilket gör att alla människor i liten grad utsätts för stendamm i kristallin form¹⁰. Om partiklarna är tillräckligt

8 I statistiken skiljer man inte på dammlunga orsakad av sten eller koldamm (vanligen innehåller koldammet också kisel).

9 Man redovisar inte stendammslunga separat.

10 Kiseloxyd förekommer också i så kallad amorf form, till exempel i glas, och den amorfa formen orsakar inte stendammslunga.

små kan de nå lungblåsorna där de upptas av särskilda celler och kan ge upphov till en inflammation. Denna inflammation leder till att lungans uppbyggnad förändras, bland annat blir lungan stelare vilket gör att det blir svårare att andas. De första förändringarna uppträder vanligen i de övre delarna av lungorna och det är där man kan se de tidigaste tecknen på sjukdomen med hjälp av lungröntgen. Förändringen i lungan kan också studeras genom att man tar ut små bitar av lungvävnad och studerar dem i mikroskop. De mikroskopiska förändringarna har sådant utseende att man oftast kan ställa en säker diagnos. Utvecklingen av silikos är avhängig exponeringens intensitet, duration och total inhaled mängd kiselpartiklar. Traditionellt har ansetts att den totala ackumulerade bördan av kiselpartiklar i lungorna determinerar utvecklingshastigheten och graden av silikos, men också andra variabler såsom typ av kiselpartiklar (Castranova and Vallyathan 2000) och hur nyligt brutna och därmed reaktiva partiklarna är kan ha betydelse (Ross and Murray 2004). Vid samma kumulativa dos kan tiden från exponering till diagnos (latenstiden) vara ett mått på allvarlighetsgraden av stendammslunga (Checkoway et al. 1990). En kortare latenstid kan då indikera en mer allvarlig sjukdom med sämre prognos.

Besvär vid stendammslunga

Stendammslunga är en sjukdom med mycket variabel svårighetsgrad (Leung, Yu et al. 2012). Man brukar skilja på fulminant silikos och kronisk silikos. Fulminant silikos (även kallad akut silikos eller silikoproteinos) kan uppträda efter en kortvarig men mycket kraftig exponering som exempelvis vid sandblästring med kiselinnehållande material utan användning av andningsskydd. Man ser i dessa fall en snabb försämring av sjukdomen som utvecklas över enstaka veckor till månader med luftvägssymptom som hosta och andfåddhet samt ibland allmänsymptom i form av feber, viktneidgång och trötthet (Leung et al. 2012). Patofysiologin vid den akuta formen är olik den kroniska i det att man vid den akuta formen ser en kraftig inflammation där proteinrik vätska ansamlas i lungblåsorna. Vid den akuta formen leder sjukdomen oftast till döden inom något eller några år. Den går inte att behandla framgångsrikt med läkemedel, men lungtransplantation kan vara en möjlig behandling (Hutyrova, Smolkova et al. 2015). Fullminant silikos har bland annat under senare år beskrivits hos personer som blästrat jeans med sand, där de som drabbats ibland haft svåra symptom redan i tonåren efter några få års arbete (Akgun et al. 2008, Bakan et al. 2011).

Kronisk silikos är den överlägset vanligaste formen av sjukdomen och har ett långsamt och symptomfattigt förlopp. Dammet är inte särskilt retande varför symptomen är diskreta eller helt uteblir medan man utsätts för det. Besvär som kronisk hosta, ökad slemproduktion i luftvägarna samt tilltagande andfåddhet kan förekomma, men då oftast sent i sjukdomsförloppet, d.v.s. efter tiotals år från det att den drabbade börjat utsättas för stendamm. Sjukdomen kan successivt försämrans och så småningom leda till döden. I svåra former dominerar svårigheten att få tillräcklig syresättning av blodet, vilket gör att man har svårt att gå och till slut blir i stort sett helt sängbunden. I andra fall utvecklas sjukdomen så långsamt att den drabbade uppnår hög ålder utan svårare symptom.

Det finns idag ingen medicinsk undersökning som i tidiga stadi-er av den kroniska formen kan avgöra om sjukdomen kommer att leda till att man drabbas av svåra symptom och för tidig död. Om den totala mängden stendamm som man har utsatts för är hög vid diagnostillfället är också risken för att utveckla en sjukdom som ger påtagliga besvär större än om mängden varit låg.

I utvecklingsländer är det fortfarande vanligt förekommande att silikos kompliceras av en aktiv infektion med tuberkulosbakterier, så kallad silikotuberkulos. Prognosen försämrans därmed kraftigt. Även i Sverige var detta blandtillstånd tidigare vanligt förekommande. I material från första halvan av 1900-talet beskrivs samtidig tuberkulos föreligga hos så många som 2,5–15 procent av patienterna med silikos (Ahlmark 1967). I vissa länder är dessutom förekomst av HIV en ytterligare försvårande faktor (Rees and Murray 2007).

Diagnos

Det finns äldre litteratur som beskriver att människor utan exponering för bergdamm i sitt yrkesliv kan ha mikroskopiskt påvisbar silikos i lungorna på ålderns höst. Det ter sig således som att man under en livstid under normala betingelser kan inhalera tillräckligt med kvartsdamm för att få sådana lungförändringar. Om man bedömer vävnadsprover från lunga i mikroskop är bilden vid silikos ofta så typisk att sjukdomen kan skiljas från andra lungsjukdomar. Av praktiska skäl har man traditionellt ansett att silikos föreligger först när dessa förändringar kan påvisas med röntgen.

Diagnosen stendammslunga ställs sålunda på basen av exponeringsanamnes och förekomst av förenliga lungröntgenförändringar. Man bör också söka utesluta alternativa diagnoser som kan likna silikos innan diagnosen slutgiltigt ställs. Traditionellt har konven-

tionell slätröntgen använts för diagnostik trots att man i studier av avlidna som obducerats sett att silikosförändringarna endast upptäckts i 20–40 procent av fallen (Hnizdo et al. 1993). Nyare data talar för att skiktröntgen med tunna, högupplösta snitt (HRCT) kan öka sensitiviteten och specificiteten (Leung et al. 2012). Med så detaljerad avbildning ökar emellertid risken för att man ska upptäcka andra små lungförändringar som kan kräva omfattande utredning för att man ska kunna säkerställa att de inte är tecken på annan sjukdom.

Stendammslunga kan delas in i stadier efter en internationell standard baserad på slätröntgenbilden ((ILO) 2002, Leung et al. 2012). ILO-kategoriseringen är ett standardiserat system där granskaren klassificerar lungförtätningarnas karaktär i en 4-gradig skala. En högre siffra indikerar mer avancerade förändringar. Exempelvis betyder klassificeringen 0/1 att granskaren har bedömt bilden som bäst överstämmande med kategori 0 men även övervägt kategori 1. Klassificeringen 2/2 betyder att granskaren har bedömt bilden som kategori 2 och inte övervägt någon annan kategori. Det finns en intra- och interbedömarvariabilitet, det vill säga att samma granskare kan komma till olika slutsatser vid bedömning av samma bild vid olika tillfällen, respektive att olika granskare når olika slutsatser om samma bild. I epidemiologiska studier har man oftast definierat ILO 1/0 eller ILO 1/1 som avvikande och tydande på stendammslunga. Förekomst av lungröntgenförändringar förenliga med ILO 1/0 förekommer även i oexponerade grupper (Meyer et al. 1997), vilket försvårar tolkningen. Det finns också en klassificering för högupplösta datortomografiska röntgenbilder (HRCT - high resolution computer tomography), som dock inte fått någon mer omfattande användning i dessa sammanhang (Kusaka et al. 2005).

Behandling

Det finns ingen effektiv behandling mot silikos. Exponeringen för kiselinnehållande damm bör avbrytas, men sjukdomen kan ändå försämras och i värsta fall leda till en för tidig död. Behandling för att förebygga komplikationer, till exempel i form av vaccination mot influensa, pneumokocker och tuberkulos, tillämpas i vissa fall vid stendammslunga liksom vid andra lungfibrosor beroende på damm (Ross et al. 2004, Leung et al. 2012, Kjuus et al. 2014). Rökstopp bör uppmuntras, både för att bevara lungfunktion och för att minska risken för insjuknande i lungcancer. Lungtransplantation har genomförts i enstaka fall (Singer et al. 2012).

Beskrivning av några personer som drabbats av stendammslunga

Fallen är från svenska journaldata och vetenskapliga publikationer i syfte att beskriva sjukdomsförloppet (Banks 1995, Xipell et al. 1977). Namn och vissa andra uppgifter är förändrade för att personen inte ska kunna identifieras.

Bertil

Bertil föddes på 1930-talet och var helt frisk under uppväxten. Under gymnasiet rökte han sporadiskt men slutade därefter helt. Efter studenten började han köra lastbil och när han var 30 år fick han anställning på en fabrik. Där utförde han service på maskinerna och körde hjullastare som matade en stenkross. Det var väldigt dammigt på fabriken men det var inget som man fäste någon större vikt vid. Efter nästan 15 år på samma arbetsplats flyttade familjen från orten och Bertil började i stället ett arbete där han inte utsattes för stendamm.

De första åren därefter fungerade allt bra, men så småningom började han uppleva att det gick tungt i trapporna. När Bertil var 52 år gammal orkade han inte gå uppför två våningar utan att stanna för att hämta andan. Han sökte sin hälsocentral och fick göra en spirometri och lämna blodprover. Allt såg bra ut och distriktsläkaren gav honom rådet att börja motionera. Andfåddheten tilltog emellertid under de kommande två åren och Bertil sökte sin hälsocentral på nytt. Han fick då göra en lungröntgen som visade små prickar i lungvävnaden. Han blev remitterad till lungläkare som utredde honom med skiktröntgen och bronkoskopi. Till slut fick Bertil beskedet att han hade stendammslunga. Någon behandling fanns inte och prognosen var oklar.

Bertil fick byta arbetsuppgifter till sådana där han inte behövde anstränga sig fysiskt. Arbetet innebar huvudsakligen bilkörning. Till en början fungerade detta bra, men vid 61 års ålder blev Bertil förtidspensionerad då han inte orkade arbeta längre på grund av andfåddheten. Han höll sig mest inomhus då han kände sig så trött och var rädd för att bli förkyld när han vistades bland folk. Efter en rejäl luftvägsinfektion blev han inlagd på sjukhus och fick sedan börja använda syrgasmask dygnet runt. Väl hemma klarade han knappt att gå mellan sovrummet och köket och kunde ofta inte sova på natten på grund av kvävningssänsor. Bertil dog innan han hade fyllt 70 år. Dödsorsaken var kronisk silikos.

Mikael

Mikael föddes i slutet på 1970-talet och var frisk under uppväxten. Efter värnplikten började han arbeta som gruvbörare i Turkiet. Trots att

flera andra på arbetsplatsen rökte började Mikael inte röka. Han gjorde regelbundna hälsokontroller via sin företagshälsovård. Man gjorde spirometri och lungröntgen som såg bra ut. Två år efter den senaste hälsokontrollen började Mikael uppleva irriterande torrhosta och försämrad kondition. Först trodde han att han hade fått en långdragen förkylning och försökte vila extra mycket. Efter ett halvårs tid mådde han fortfarande dåligt och orkade knappt gå upp för en trappa utan att stanna för att hämta andan. Han hade även gått ner nästan 10 kg i vikt utan att ändra sina matvanor och kände sig allmänt sjuk. Därför sökte han sin hälsocentral där man konstaterade att han hade en förhöjd andningsfrekvens och avvikande andningsljud. Lungröntgen visade förtätningar i båda lungorna och lungfunktionen var nedsatt. Mikael remitterades därför vidare till lungläkare för fortsatt utredning.

Lungläkaren hade svårt att förstå varför Mikael har blivit sjuk. Man kunde inte påvisa någon infektion som förklaring till symptomen. Mikael andfåddhet blev bara värre och värre och ungefär två månader senare gjorde man lungröntgen som visade massiva förändringar och lungfunktionsundersökning visade en nedsättning motsvarande cirka 30 procent av förväntade värden. Mikael blev inlagd på sjukhus och man provade ett flertal behandlingar men trots detta avled han efter ytterligare några veckor. Mikael blev 34 år. Obduktion visar att Mikael hade en fullminant silikos.

Jerry

Jerry var 58 år när han en kväll cyklade omkull och slog sig ganska rejält. Han skjutsades till akutmottagningen och fick röntga lungorna för att utesluta skador. Man såg inga akuta förändringar men noterade små vita prickar spritt i båda lungorna. Kirurgen som undersökte Jerry hade ingen bra förklaring, men skrev en remiss till lungkliniken för uppföljning. Väl på lungmottagningen beskriver Jerry inga symptom från luftvägarna. Han hade arbetat som anläggningsarbetare hela sitt yrkesverksamma liv och under perioder om några år skött en av företagets stenkrossar. Han hade tidigare rökt, men slutat när barnen föddes.

Lungfunktionsundersökning visar lätt nedsatt lungfunktion av oklar anledning. Man kompletterade med skiktröntgen som visade lätta förändringar i båda lungorna. Man kunde inte ställa någon diagnos och föreslog därför att Jerry skulle följas upp efter ett halvår. Jerry ville emellertid inte vara med om detta utan avbokade återbesöket.

Drygt 9 år senare sökte Jerry sin hälsocentral på grund av andfåddhet. Lungfunktionsundersökning visade kraftigt nedsatta värden. Förnyad lungröntgen visade utbredda förändringar. Slutligen fick han diagnosen silikos, men någon behandling kunde inte erbjudas.

das. De kommande åren blev Jerry allt sämre. Han avled i andnings-
svikt vid 70 års ålder, 12 år efter att de första tecknen på sjukdom
noterades på akutmottagningen. Obduktion visade att han hade
stendammslunga. Den akuta dödsorsaken var lunginflammation.

Elsy

Elsy var 79 år då hon remitterades av sin allmänläkare till akutmot-
tagningen för utredning av andfåddhet. Hon hade sedan tidigare
högt blodtryck, höga blodfetter, åldersdiabetes och hade i slutet på
90-talet haft en hjärtinfarkt. Hon hade däremot aldrig rökt. Under det
senaste året hade hon tacklat av och upplevt tilltagande andfåddhet.

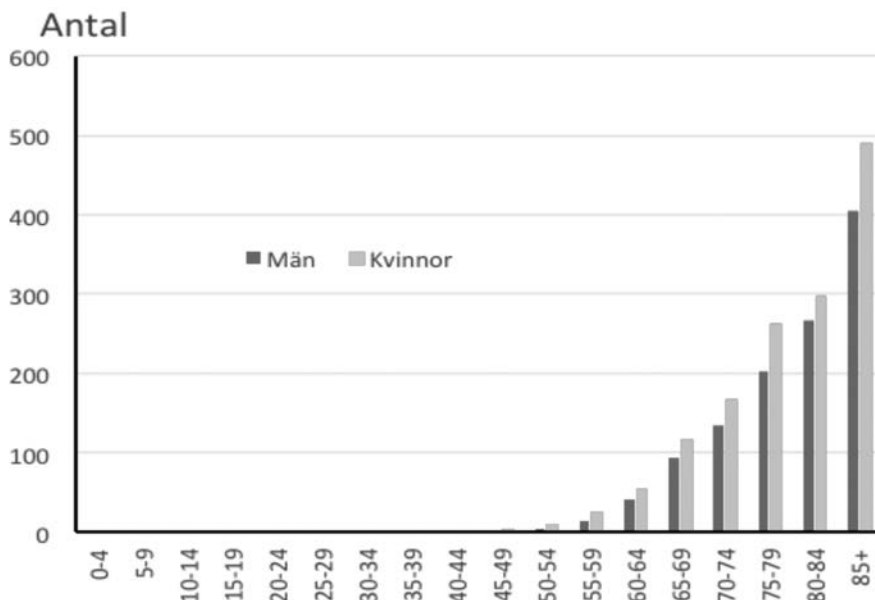
På akutmottagningen fattade man misstanke om lungsjukdom
då andningsljuden är avvikande och blodets syresättning nedsatt.
Hon blev inlagd på sjukhusets medicinavdelning för utredning.
Lungröntgen visade oklara förtätningar i båda lungorna. Man prova-
de att behandla Elsy mot misstänkt hjärtsvikt, men ingen förbättring
kunde skönjas. Efter drygt två veckor på sjukhus blev hon utskriven
till ett korttidsboende. Någon diagnos hade inte kunnat ställas.

Elsy försämrades successivt under året som följde och avled slutli-
gen vid en ålder av 80 år. Anhöriga krävde att obduktion ska genom-
föras då de är rädda att hon lidit av cancer som inte hade upptäckts
i tid. Obduktionen visade utbredd lungfibros med bild som vid
silikos. Dödsorsaken bedömdes vara kronisk silikos. Det visade sig
att patienten i ungdomen hade arbetat i nästan 20 års tid på en pors-
linsfabrik och där blivit exponerad för kvartshaltigt damm.

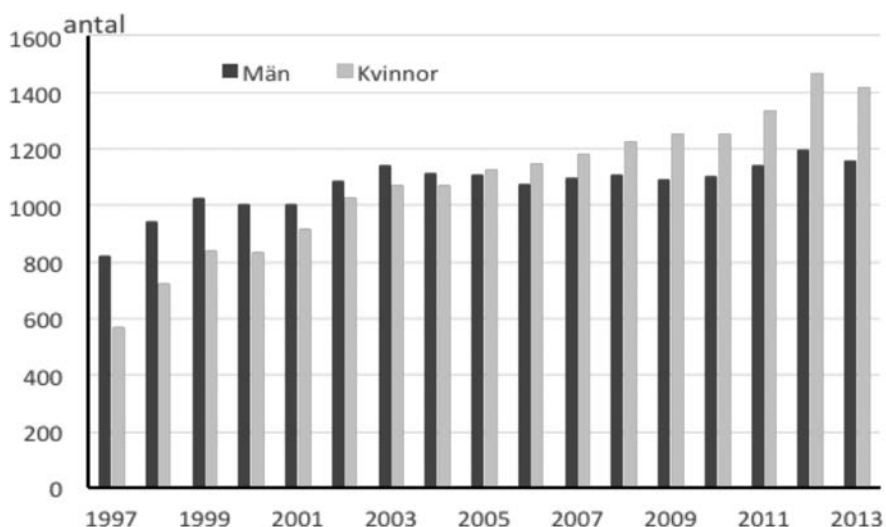
Kroniskt obstruktiv lungsjukdom

Kroniskt obstruktiv lungsjukdom (KOL) innebär ett ständigt ökat and-
ningsmotstånd i luftvägarna. Astma kännetecknas också av ett ökat
andningsmotstånd men det varierar kraftigt. KOL är enligt världshäl-
soorganisationen den 5:e vanligaste dödsorsaken i världen och med
rådande kraftigt ökande förekomst beräknar man att den till 2030 blir
den 3:e vanligaste dödsorsaken. I Sverige räknar man med att mellan
400 000 och 700 000 svenskar har KOL (www.1177.se). I Sverige dör
varje år cirka 2 600 personer i KOL, d.v.s. cirka 3 procent av alla döds-
fall. Dödsfallen i KOL inträffar företrädesvis i hög ålder (se figur 4).
Hur vanligt KOL är beror på hur sjukdomen definieras, till exempel
fann en studie av befolkningen i Norrbotten att 3–6 procent av icke-rö-
kare hade sjukdomen medan motsvarande andel för rökare var 14–24
procent (Lindberg et al. 2005). Skillnaden beror på vilken definition
som använts. Sjukdomen finns i alla svårighetsgrader, men svårare

KOL förkommer sällan före 40 års ålder. Antalet kvinnor som avlider i KOL har ökat de senaste 15 åren, medan antalet män som avlider i diagnosen varit tämligen konstant (se figur 5). Ökningen bland kvinnor torde framför allt spegla förändringar i rökvanor.



Figur 4. Antal avlidna i KOL 2013 fördelat på ålder (Källa: Socialstyrelsen, statistikdatabasen (diagnos J44))



Figur 5. Antal avlidna i KOL 1997–2013 (Källa: Socialstyrelsen, statistikdatabasen (diagnos J44))

KOL kan orsakas av exponering för tobaksrök, vilket är den vanligaste orsaken i västvärlden. Luftföroreningar från inomhuseldning i u-länder är där en viktig orsak till KOL som då drabbar kvinnor i hög grad. Även damm och vissa yrkesexponeringar har visat sig öka risken för KOL. En amerikansk översikt uppskattade att exponeringar i arbetslivet hade betydelse för uppkomsten av KOL i cirka 15

procent av fallen (Balmes et al. 2003, Blanc et Torén 2007). Det finns också en viss ärftlig predisposition för KOL, huvudsakligen beroende på en enzymdefekt (alfa1-antitrypsinbrist).

Exponering för kiselpartiklar har associerats till utveckling av KOL även om man korrigerar för tobaksrökning (Hnizdo and Vallyathan 2003, Leung et al. 2012). Högt halt av damm, oavsett om det innehåller kvarts eller inte, har också förknippats med KOL (Balmes et al. 2003, Oxman et al. 1993). Svenska byggnadsarbetare som har varit utsatta för damm har en högre risk att avlida i KOL. Risken var cirka 20 procent högre för de som var utsatta för oorganiskt damm, vilket motsvarade cirka 137 "extra dödsfall" (Toren and Jarvholm 2014). Eftersom KOL är mycket vanligare hos rökare är det framför allt rökarna som drabbas. Antalet "extra fall" bland icke-rökare var cirka 19 stycken. Risken för att drabbas beror sannolikt både på vilken typ av damm det handlar om och mängden av damm. Kunskapen om sambanden mellan KOL och dammtyp/dammhalt är dock ganska bristfällig.

KOL finns i alla svårighetsgrader och diagnosen ställs i vissa fall utan att den drabbade har några besvär. I svårare fall finns onormal andfåddhet vid ansträngning, till exempel vid gång i trappor, och så småningom även vid gång på plan mark. I mer uttalade fall klarar den drabbade inte att gå själv och måste ibland få långtidsbehandling med syrgas. I allvarliga fall finns ofta dessutom besvär med avmagring, trötthet m.m.

Diagnos

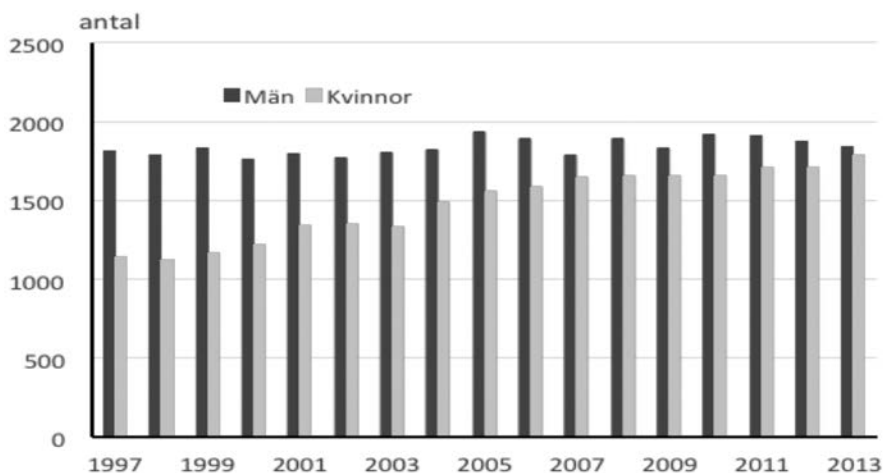
Diagnosen ställs genom att undersöka lungfunktionen, till exempel med spirometri. Ibland kan det vara svårt att avgöra om det är astma, KOL eller båda tillstånden som har drabbat en person.

Behandling

KOL kan inte botas, däremot kan symptomen lindras och försämringen fördröjas med vissa läkemedel. Den som röker kan fördröja försämring genom att sluta röka. Sannolikt kan den som utsätts för höga halter av damm eller andra luftföroreningar också fördröja försämringen av KOL genom att avbryta en sådan exponering. Vissa läkemedel kan minska besvären och möjligen göra att försämringen går långsammare, men läkemedlen är betydligt mindre effektiva vid KOL än vid astma. Luftvägsinfektioner hos personer med mer uttalad KOL kräver ofta intensiv behandling.

Lungcancer

Lungcancer är den cancerform som skördar flest liv bland vuxna både globalt¹¹ och i Sverige (Socialstyrelsen 2013). Tobaksrökning har traditionellt ansetts vara den starkast bidragande riskfaktorn, men man beräknar samtidigt att 10–20 procent av all lungcancer kan ha en bakgrund i arbetsmiljön (<https://www.cancerfonden.se/om-cancer/lungcancer>, kontrollerad 150601). Exempel på sådana risker i arbetet kan vara exponering för dieselavgaser, kiseldamm, asbest, arsenik, radon och sot¹². I arbetslivet kan flera av dessa riskfaktorer förekomma samtidigt. Eftersom män oftare haft arbeten där sådan exponering förekommer är andelen arbetsrelaterad lungcancer högre hos män än hos kvinnor. En tidigare studie uppskattade att lågt räknat så dog minst 30 kvinnor och 200 män år 2007 i arbetsrelaterad lungcancer (Arbetsmiljöverket rapport 2010:3).



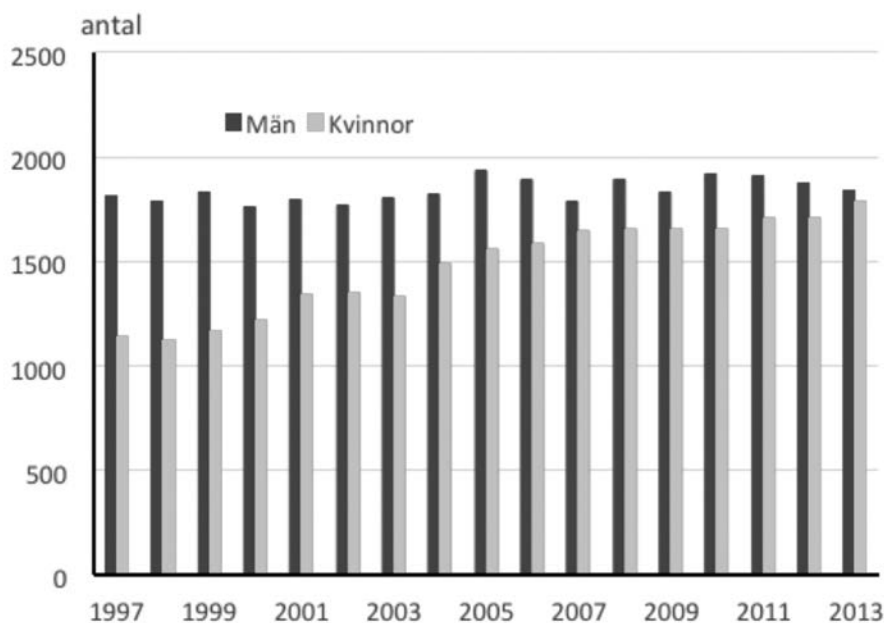
Figur 6. Antalet personer avlidna på grund av lungcancer.

Cirka 3 600 personer avlider i lungcancer varje år i Sverige (se figur 6). Antalet har ökat bland kvinnor medan det varit tämligen konstant bland män. Ökningen hos kvinnor beror i huvudsak på förändrade rökvanor. Cancerregistret innehåller uppgifter om antalet personer som insjuknat i lungcancer¹³ och även här ser man en tydlig ökning bland kvinnor (se figur 7).

11 <http://globocan.iarc.fr/old/FactSheets/cancers/lung-new.asp>, kontrollerad 150601

12 Sot innehåller bland annat polyaromatiska kolväten av vilka flera kan öka risken för cancer.

13 Siffrorna om lungcancerfall i dödsorsaksregistret och cancerregistret är inte helt jämförbara. Dödsorsaksregistret innehåller uppgifter om tumörer i lungan, men gör ingen tydlig skillnad på om de är primära eller inte, medan statistiken från Cancerregistret omfattar endast maligna tumörer som utgår från lungan, s.k. primär lungcancer.



Figur 7. Antalet personer som insjuknat i primär lungcancer 1970–2013.

I bergdamm är det dess innehåll av kvartsdamm (kristallin kisel-dioxid) som innebär en ökad risk för lungcancer. IARC (International Agency for Research on Cancer¹⁴) klassificerade 1997 kristallin kisel-dioxid som ett ämne som är cancerframkallande för människa (klass 1) (IARC 1997). Det råder viss oenighet om huruvida lungcancer kan uppkomma i frånvaro av stendammslunga (fibrosbildning) hos personer som har utsatts för kvarts (Arbetsmiljöverket rapport 2011:5, Montelius 2013, Peretz et al. 2006). Sambandet mellan lungcancer och kvarts anses bero på den totala dosen som har inandats och man anser att rökning förstärker risken, d.v.s. fler cancerfall uppkommer hos rökare som utsätts för kvartsdamm än hos icke-rökare vid samma dos.

Risken för lungcancer hos personer som utsätts för bergdamm i arbetet påverkas också av andra cancerframkallande faktorer i arbetet som dieselavgaser och radon (se nedan).

Diagnos

Röntgenundersökningar används ofta för att undersöka om en person har lungcancer, men diagnostiken kompletteras ofta med att man tar ett vävnadsprov på förändringen. De flesta fall upptäcks genom att en person söker läkare på grund av besvär, till exempel blodiga upphostningar, men det händer att man upptäcker en tumör vid röntgen av andra skäl. Det har diskuterats om man rutinmäs-

¹⁴ IARC är en WHO-organisation, se www.iarc.fr

sigt ska lungröntga personer för att tidigt upptäcka lungcancer (och därmed ha större chans att ge en botande behandling). "Vanlig" lungröntgen hos symptomfria individer som hälsokontroll har inte visats kunna öka överlevnaden. I en stor studie i USA undersökte man rökare med en mer avancerad röntgenmetod (HRCT¹⁵). Man erbjöd då varje person att röntgas tre gånger med ett års mellanrum (National Lung Screening Trial Research et al. 2011). Totalt ingick i varje grupp drygt 26 000 personer. I gruppen som undersöktes med den mer avancerade lungröntgenmetoden upptäcktes fler fall av lungcancer som kunde botas och dödligheten i lungcancer var lägre. (427 dog i lungcancer under uppföljningsperioden i gruppen som undersöktes med HRCT mot 503 personer i den andra gruppen. Totalt fick 1 060 personer lungcancer i den första gruppen mot 941 i den andra.) Det har diskuterats om denna typ av lungröntgen ska erbjudas personer med hög risk för lungcancer. Nackdelen är att man med den känsliga tekniken också upptäcker förändringar i lungorna som måste undersökas vidare, ibland genom operativa ingrepp. Totalt krävdes till exempel uppföljande undersökning av drygt 7 000 personer efter den första undersökningen med HRCT, medan cirka 1 500 personer fick följas efter vanlig lungröntgen. Det har också diskuterats att HRCT ger en betydande stråldos (Koyi and Hillerdal 2015, McCunney and Li 2014). Man bör dock noga skilja mellan att erbjuda kontroller av personer utan besvär och patienter som söker för symptom. I den senare gruppen har HRCT ofta en given plats.

Behandling

Botande behandling vid lungcancer innebär ett kirurgiskt ingrepp där tumören tas bort. Även om tumören upptäcks när den är liten blir tyvärr inte alla botade. Statistik över personer som drabbats av lungcancer brukar redovisa prognosen efter något eller några år. Brittiska data visar att överlevnaden ett år efter diagnos är cirka 30 procent, medan överlevnaden efter 5 år är endast cirka 10 procent (<http://www.cancerresearchuk.org/cancer-info/cancerstats/types/lung/survival/lung-cancer-survival-statistics> kontrollerad 150523). Amerikanska data redovisar en något bättre 5-årsöverlevnad, cirka 17 procent (<http://seer.cancer.gov/statfacts/html/lungb.html>, kontrollerad 150523). En sammanställning från Socialstyrelsen visar liknande siffror för 5-årsöverlevnad (cirka 14 procent för män och 19 procent för kvinnor) (<http://www.socialstyrelsen.se/publikationer2013/2013-6-5>, kontrollerad 150523). Resultaten i den ameri-

15 High Resolution Computer Tomography

kanska studien som redovisades ovan kan tyckas bättre, men där finns inte 5-årsöverlevnad redovisad (National Lung Screening Trial Research et al. 2011).

Risken för ohälsa på grund av andra luftföroreningar vid arbete i tunnlar och gruvor

Radon och dieselavgaser i höga halter kan förekomma vid bergarbete som sker i slutna utrymmen till exempel i gruvor eller tunnlar. Radon liksom dieselavgaser ökar risken för lungcancer. Även spränggaser kan förekomma i tunnlar och gruvor, men vanligen försöker man ventilerat bort dem innan personer vistas i gruvan/tunneln. Den faktor i spränggaser som kan orsaka besvär är framför allt kvävedioxid som kan verka retande och i svåra fall ge en akut skada på lungan. Kvävedioxid är dock inte förknippad med lungcancer eller ökning av fibros (bindvävsökning liknande den vid stendammslunga) i lungan. Däremot kan lungfunktionen påverkas negativt särskilt hos personer med sjukdomar som astma eller KOL.

Radon

Radon är en gas som bland annat bildas när uran sönderfaller. Uran finns i de flesta bergarter och det innebär att marken "naturligt" innehåller uran. Vid bergarbete förekommer radon i förhöjda halter i gruvor och tunnlar. Radon har ingen lukt och är helt osynlig. Radon sönderfaller och bildar så kallade radondöttrar. Radondöttrar är radioaktiva (avger så kallad alfastrålning) och kan orsaka cancer. Förhöjda halter i gruvor, liksom i bostäder, har visats leda till en ökad risk för lungcancer. Ofta följer radon med vatten och har man stort vattenläckage in i tunnlar eller gruvor kan halten bli hög. Radonhalten mäts i Becquerel per kubikmeter luft (Bq/m^3). Eftersom det är en gas blir halten beroende av ventilationen. I bostäder finns ett riktvärde på $200 \text{ Bq}/\text{m}^3$ (<http://www.folkhalsomyndigheten.se/amnesomraden/halsoskydd-och-miljohalsa/inomhusmiljo/radon/kontrollerad150523>). Risken för lungcancer beror på den totala dosen av radongas och vid underjordsarbete (till exempel gruvor och tunnlar) finns ett gränsvärde som avser den totala mängden radon under ett år (motsvarar $1300 \text{ Bq}/\text{m}^3$ under 1 600 timmar, se AFS 2011:18).

Risken för lungcancer påverkas av om man är rökare eller inte; vid samma dos uppträder flest fall bland rökare. Radonhalterna har varit mycket höga i vissa svenska gruvor och där har risken för lungcan-

cer varit kraftigt ökad (till exempel har risken varit 4–5 gånger högre än normalt hos gruvarbetare som utsatts för de högsta doserna (Jonsson et al. 2010)). Det är framför allt hos gruvarbetare man sett kraftigt ökade risker därför att halterna där kan vara höga och de vistas under lång tid (många år) i dessa miljöer. I en svensk studie hade man till exempel en genomsnittlig halt av radon i en gruva på 4000 Bq/m³ 1969, medan genomsnittshalterna låg kring eller strax under 500 Bq/m³ under 1980- och 1990-talet (Jonsson et al. 2010). Mätning av radon sker vanligen via dosimetrar som man får bära under viss tid och som sedan skickas till laboratorium för analys.

Dieselavgaser

Dieselavgaser är en komplex blandning av gaser och partiklar och sammansättningen kan variera beroende på motortyp, bränsle, kör-cykel, avgasrening etc. Dieselavgaser innehåller flera ämnen som är cancerframkallande. Det har genom åren gjorts många studier för att undersöka eventuella cancerrisker med dieselavgaser. Svårigheten har varit att det ofta förekommit andra cancerframkallande ämnen samtidigt och det har då ifrågasatts om inte de samband man sett i vissa studier har en sådan förklaring. I takt med att allt fler studier har publicerats har allt fler forskare blivit övertygade om att dieselavgaser kan öka risken för lungcancer. IARC klassificerade 2012 dieselavgaser som cancerframkallande för människa efter att en större studie av amerikanska gruvarbetare publicerats (IARC 2013). Dessa studier hade gjorts i amerikanska gruvor där halten av dieselavgaser var hög och halten av andra cancerogena ämnen var förhållandevis låg (Attfield et al. 2012, Silverman et al. 2012).

Halten av dieselavgaser i trafikmiljöer uppskattas ofta genom att man mäter halten kvävedioxid (se AFS 2011:18). I vetenskapliga studier och där andra källor till kvävedioxid ibland förekommer mäter man elementärt kol i luften (halten mäts då i µg/m³). I en svensk järnmalmsgruva där dieselfordon användes uppmättes en genomsnittshalt i början av 2000-talet till 27 µg/m³ (Ädelroth et al. 2006). I de amerikanska gruvorna som har studerats var den genomsnittliga halten cirka fem gånger så hög (Attfield et al. 2012). Halten i stadsmiljöer ligger vanligen omkring några enstaka µg/m³. Taxi-, buss- och lastbilschaufförer i Stockholm hade genomsnittliga halter kring 6 µg/m³ (Lewné et al. 2007).

Förutom lungcancer kan dieselavgaser också irritera luftvägarna (Montelius 2003). Avgaser kan också öka risken för hjärt-kärlsjukdom, något som framför allt studeras i den allmänna miljön.

Kunskapen om hur risken för lungcancer varierar med olika doser av dieselavgaser är otillräcklig och man vet inte vilken(a) komponent(er) som är bäst att mäta för att uppskatta riskens storlek.

Risken för ohälsa vid exponering för bergdamm

Risken för sjukdom eller ohälsa kan mätas på olika sätt. Ett vanligt sätt är att ange risken som en relativ risk. Till exempel anger Hjärt-Lungfonden om risker med rökning i figur 8 att en rökare har 10 gångers ökad risk att få KOL.

Risiker jämfört med icke rökare

Den som röker ett paket cigaretter om dagen riskerar jämfört med den som inte röker följande:

- Femton gånger högre risk att få lungcancer
- Tio gånger högre risk att få kol
- Tio gånger högre risk att få matstrupscancer
- Fem gånger högre risk att få hjärtinfarkt före 50.
- Tre gånger högre risk att få hjärtinfarkt efter fyllda 50
- Tre gånger högre risk att få stroke
- Tre gånger högre risk att få cancer i urinblåsan

Figur 8. Exempel på hur risken med tobaksrökning kan beskrivas. Från Hjärt-Lungfondens hemsida (http://www.hjart-lungfonden.se/Sjukdomar/Halsa/Tobak/Om-tobak/?gclid=Cliisv_-c3MUC-FeXFcgodQ3YA0g, kontrollerad 150525).

Risken kan också beskrivas utifrån hur stor andel av alla fall som beror på faktorn. För tobaksrökning skriver Cancerfonden på sin hemsida (se figur 9).

Enligt beräkningar som har gjorts ligger rökning bakom cirka 90 procent av lungcancerfallen. Kvinnornas andel bland lungcancerpatienterna ökar stadigt i takt med att de efter många års tobaksbruk kommer upp i övre medelåldern.

Figur 9. Risken med rökning, från Cancerfondens hemsida (<https://www.cancerfonden.se/om-cancer/lungcancer> kontrollerad 150525).

Risken kan också beskrivas utifrån en individs perspektiv, till exempel hur stor risk man har att under livet utveckla en viss sjukdom. Socialstyrelsens beskriver till exempel risken så här i en utredning om huruvida man ska undersöka rökare med lungröntgen.

På individnivå ökar lungcancerriken för en rökare från 40-årsåldern och kvarstår förhöjd livet ut. Den livslånga lungcancerriken är 10–20 procent men är fördelad över en tidsperiod på 30–40 år. Screeningprogram brukar vara begränsade till några få år och fångar endast en liten del av den enskilde individens lungcancerriken.

Figur 10. Risken för lungcancer i en utredning om undersökning med lungröntgen av rökare från Socialstyrelsen (<http://www.socialstyrelsen.se/nationellariktlinjerforlungcancervard/sokiriktlinjer-na/hogriskforlungcancermedelalder, kontrollerad 150525>).

Risken kan också beskrivas som antalet fall som orsakas av faktorn, se figur 11.

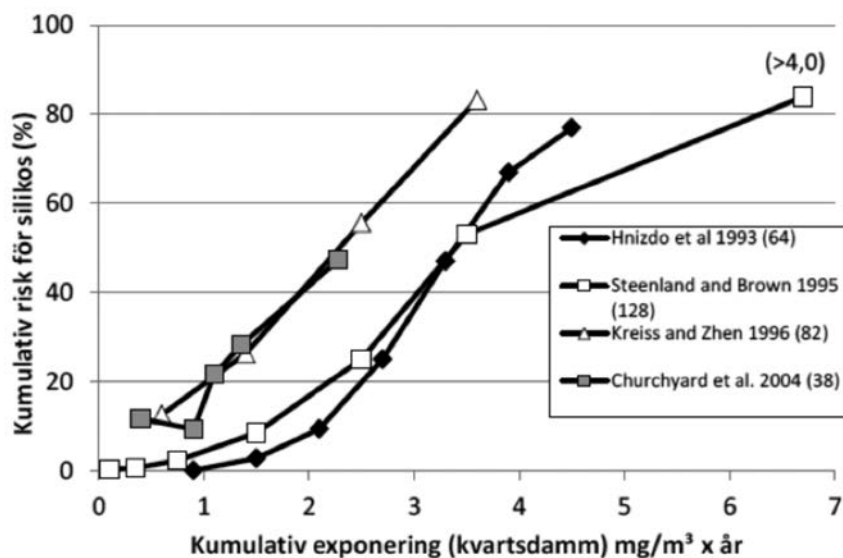
Radon – en luktlös, radioaktiv gas – är den näst vanligaste orsaken till lungcancer och den absoluta risken för att utveckla lungcancer är signifikant högre för rökare än för icke-rökare. The Environmental Protection Agency (EPA) i USA uppskattar att en radonnivå på 4pCi/L (ca 150Bq/m³) ger en livstidsrisk för död i radoninducerad lungcancer på 7/1000 för aldrig-rökare jämfört med 62/1000 för rökare. Vidare uppskattar EPA att radon i hemmen orsakar ca 21 000 dödsfall i lungcancer per år i USA.

Figur 11. Beskrivning av risken vid exponering för radon. Kunskapscentrum för strålningsmedicin (<http://sremc-kcrn.org/2014/05/ kontrollerad 150525>).

Siffervärdet kommer naturligtvis att bero på en rad omständigheter, som till exempel ålder, kön och rökvanor. Vi har här valt att beskriva risken att drabbas av sjukdom före 65 års ålder och beskriva den som antal personer som drabbas per 100 exponerade (eller i vissa fall per 1 000 exponerade). Hur beräkningarna har gått till redovisas i appendix 2. Vi har också gjort en beräkning utifrån antagandet att en person utsatts för halten 0,05 mg/m³ under 30 år. Den halten avspeglar genomsnittshalten i stenkrossar i Sverige idag och det faktum att många människor byter arbete och därigenom minskar sin exponering för stendamm.

Stendammlunga

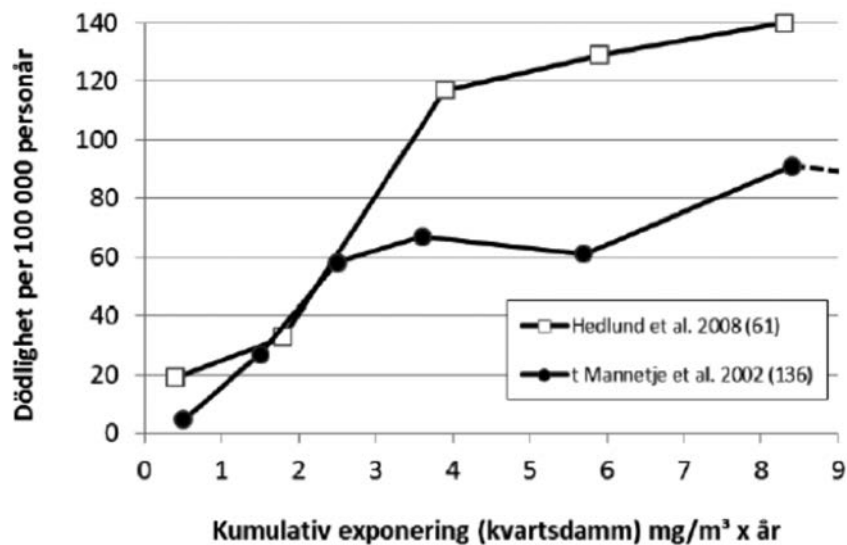
Risken för kronisk stendammlunga beror på hur mycket stendamm man utsätts för totalt och här har vi beräknat risken då halterna är måttliga. Ett antal studier har undersökt förekomst av förändringar på lungröntgen hos personer som i arbetet utsätts för stendamm. En svensk sammanställning av sådana studier sammanfattas i figur 12.



Figur 12. Sambandet mellan förändringar på lungröntgen tydande på stendammslunga och den totala dosen av stendamm personerna utsatts för (ur Montelius 2013). (Kreiss, ILO >1/0, Hnizdo och Churchyard ILO >1/1 samt Steenland ILO 1/1 eller 2/2).

Figuren visar flera kurvor, till exempel är risken att få lungförändringar vid en total dos av 2 mg/m³ x år (till exempel 20 år vid halten 0,1 mg/m³) i den kurva som ligger lägst cirka 8 procent, medan den i de två kurvor som ligger högst är cirka 40 procent. Denna typ av förändringar kan också uppträda hos personer som inte utsatts för stendamm och behöver inte innebära att personen har besvär av förändringarna. Risken kommer också att bero på i vilken ålder personen undersökts då denna typ av förändringar utvecklas successivt (högre risk om personen är äldre). En uppskattning av risken efter 20 års exponering för 0,05 mg/m³ tyder på att risken inte är ökad om den "lägsta" kurvan används, medan den är uppemot 20 procent (20 av 100) om den "högsta" kurvan används.

En liknande beskrivning har också gjorts utifrån studier av personer som avlidit och där stendammslunga haft betydelse för dödsfallet (se figur 13). Dödligheten mäts i antal dödsfall per 100 000 personår. Man skulle förvänta sig att risken var obefintlig vid låga doser eftersom sjukdomen i praktiken endast förekommer hos personer som yrkesmässigt utsatts för stendamm, men diagrammet tyder på att det finns en risk också vid låga doser. Analyserna bygger på studier där halterna har fått uppskattas, ofta långt tillbaka i tiden. De innehåller därmed en osäkerhet. En av studierna har beräknat att risken att dö i silikos är 0,6 per 100 personer som hela arbetstiden mellan 20 och 65 år utsatts för 0,05 mg/m³ (t Mannetje et al. 2002). Några säkra skattningar av risken att avlida före 65 års ålder finns inte, men de allra flesta som avlidit i stendammslunga i Sverige under senare år har varit över 65 år (se sid 15).



Figur 13. Beräknad dödlighet i stendammslunga vid olika doser av stendamm (ur Montelius 2013).

Kroniskt obstruktiv lungsjukdom (KOL)

Det finns inga studier av KOL som gör det möjligt att skapa diagram liknande dem för stendammslunga (figur 12, 13) eller lungcancer (figur 14). Eftersom KOL är en sjukdom med olika svårighetsgrader kommer också risken vid olika doser att bero på hur sjukdomen definieras.

En norsk studie undersökte förekomsten av KOL hos arbetare som byggde tunnlar för vägar och tåg (Ulvestad et al. 2000). Deras risk att drabbas jämfördes med risken hos byggnadsarbetare som inte arbetade i tunnlar (snickare och personer som arbetade med armering och andra stålarbeten utomhus). Personerna var i genomsnitt cirka 40 år gamla (tunnelarbetare 41 år, kontroller 40 år). De hade arbetat i sina yrken i 13 respektive 17 år (medelvärden). Mätningar av respirabelt damm fann drygt 5 gånger högre nivåer hos tunnelarbetare (medelvärde 1,2 respektive 0,21 mg/m³), men ändå genomsnittliga halter betydligt under nivågränsvärdet (5 mg/m³). Nivåerna av kvartsdamm var också betydligt högre för tunnelarbetarna (medelvärde 0,034 respektive 0,003 mg/m³). I tunnelarna fanns också högre halter av oljedimma och kvävedioxid (det senare beroende av spränggas och dieselavgaser) och det går inte säkert att avgöra vilken betydelse olika faktorer haft. Bland tunnelarbetarna hade 14 procent KOL med den definition som användes i studien jämfört med 8 procent bland kontrollerna. Rökvanorna var likartade i grupperna. Tunnelarbetarna hade sämre lungfunktion och mer besvär med hosta och andfåddhet. Samtliga var i arbete vilket innebär att besvären inte var svårare än att man kunde utföra ett fysiskt ganska tungt arbete. Sammantaget tyder studien på att man i dessa miljöer redan efter cirka 15 år kan påvisa en ökad risk för KOL.

Expertgrupper har uppskattat att för cirka 15 procent av de personer som drabbas av KOL har arbetsförhållanden betydelse för uppkomsten av KOL (Balmes et al. 2003, Blanc & Torén 2007, Omland et al. 2014). Studier av svenska byggnadsarbetare har visat en ökad dödlighet i KOL där damm bedöms ha haft betydelse för sjukdomen (Toren and Jarvholm 2014). I åldern 50–84 år var dödligheten hos de byggnadsarbetare som utsattes för oorganiskt damm cirka 20 procent högre än hos byggnadsarbetare som inte bedömdes utsatta för damm. Risken kan dock vara underskattad eftersom även de som var jämförelsegrupp sannolikt hade en viss dammexponering. Hur mycket damm som orsakat riskerna i dessa studier är mer oklart. En andel om 15 procent av död i KOL motsvarar i Sverige att risken för att dö i KOL före 65 års ålder ökar från 0,10 per 100 till 0,12 per 100 för män och från 0,12 till 0,17 per hundra för kvinnor.

Lungcancer

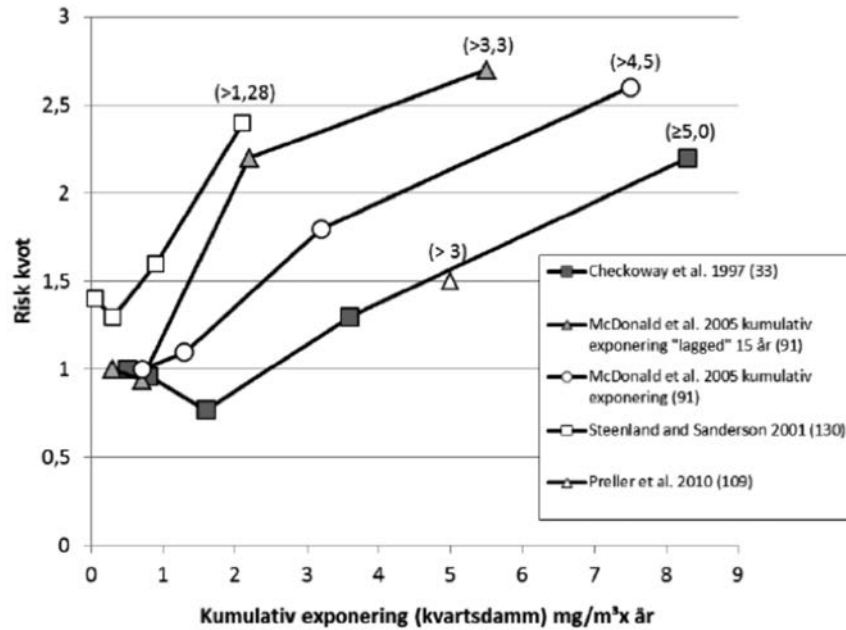
Risken för lungcancer brukar ofta beskrivas i form av en relativ risk, till exempel att risken för rökare är cirka 10 gånger större än för icke-rökare. Det finns flera olika faktorer som kan orsaka lungcancer och ofta är en individ utsatt för flera av dem, till exempel tobaksrökning (aktiv eller passiv), radongas i bostaden, luftföroreningar i den allmänna miljön (dieselavgaser och partiklar) och till det kommer risken för olika föroreningar som kan förekomma i arbetet. De olika föroreningarna kan samverka på olika sätt och endast ett begränsat antal sådana effekter har studerats. För asbest, arsenik och radon finns data som tyder på att riskerna förstärker varandra. Om risken för en rökare är 10 gånger ökad (jämfört med den som inte röker) och risken är 5 gånger ökad för den som arbetar med asbest (jämfört den som inte arbetar med asbest) blir den sammanlagda risken cirka 50 gånger högre¹⁶. Denna typ av samverkan kommer sannolikt att variera med ålder, typ av agens m.m. För bergdamm och kvarts saknas data för att i detalj veta hur till exempel samverkan med tobaksrökning ser ut. I våra analyser har vi utgått från en modell där riskerna med tobaksrökning och kvarts samverkar på samma sätt som i exemplet med asbest ovan.

Den genomsnittliga risken för en svensk att drabbas av lungcancer före 75 års ålder är cirka 2,5 procent (i genomsnitt drabbas alltså 2,5 personer av 100 av lungcancer) (Engholm et al. 2010). Risken skiljer

16 En mer detaljerad diskussion om hur risken beräknas finns i Jarvholm, Arbete och Hälsa 2012;46(2), s 1-11, (<https://gupea.ub.gu.se/handle/2077/28999>, kontrollerad 150601)

sig dock mycket beroende på om personen är rökare och i så fall hur mycket personen röker. Som framgår av figur 10 uppskattar Socialstyrelsen risken för en rökare att någon gång under livet få lungcancer till mellan 10 och 20 procent (d.v.s. 10–20 personer av 100 drabbas).

Risken att drabbas av cancer när man utsätts för bergdamm blir beroende av den totala dosen kvartsdamm. Det finns ett flertal studier och en sammanställning av sådana studier visar att det inte finns någon riktigt entydig bild över risken (se figur 14).



Figur 14. Sammanställning av den relativa risken för lungcancer i olika studier (ur Montelius 2013).

Vid samma kumulativa exponering skiljer sig värdena åt. Vid till exempel 2 mg/m³xår så varierar värdena mellan ingen ökning alls (riskkvot kring 1) och en drygt fördubblad risk (riskkvot 2). Vi har gjort en beräkning utifrån risken att drabbas av lungcancer i Sverige 2014, de rökvanor som gäller 2014 och en riskkvot på 1,5 vid en kumulativ exponering på 2 mg/m³xår¹⁷. Skillnaderna behöver dock inte vara så stora som de ser ut figuren. Varje punkt innehåller en viss osäkerhet som ofta uttrycks som ett konfidensintervall. Till exempel så är värdet för den första punkten i figur 14 1,4 för studien av Steenland och Sanderson. Ett 95 % konfidensintervall för riskkvoten i punkten är 0,67–2,6.

Risken för att en person som varken röker eller är utsatt för bergdamm ska drabbas av lungcancer före 65 års ålder blir för män och kvinnor cirka 0,3–0,4 fall per 100 personer. Om de utsätts för kvarts

17 En detaljerad beskrivning av hur risken beräknats finns i appendix 2.

i halten 0,05 mg/m³ mellan 20 och 50 års ålder så ökar risken till 0,4–0,5 fall per 100 personer, d.v.s. det blir cirka 1 extra fall av lungcancer per 1 000 personer på grund av arbetet med bergdamm. Risken för en person som röker dagligen att drabbas av lungcancer blir cirka 3,2–3,7 fall per 100 personer om de inte arbetar med kvarts. Om de har arbetat med kvarts i halten 0,05 mg/m³ mellan 20 och 50 års ålder ökar risken till 4,3–5,0 fall per 100 personer, d.v.s. det blir drygt 1 extra fall av lungcancer per 100 personer på grund av arbetet med bergdamm (se tabell 4).

Rökvanor	Antal fall per 100 personer		
	Kvartsdamm		Extra fall på grund av kvartsdamm
	Nej	Ja	
Icke-rökare	0,3	0,4	0,1
Rökare	3,5	4,6	1,1

Tabell 4. Beräknat antal fall av lungcancer på grund av att personen utsatts för bergdamm (0,05 mg/m³ mellan 20–50 års ålder).

Om arbetet sker i gruvor så tillkommer en risk på grund av exponering för radon. Förekommer det också dieselfordon ökar det också risken för lungcancer. Storleken på dessa riskökningar blir beroende av halten radon respektive dieselavgaser. I vissa gruvor har det förekommit så höga halter av radon att det lett till betydande riskökningar med riskkvoter kring 4–5 (se sid 29).

Den totala risken

Halten av kvarts när man arbetar i miljöer med bergdamm varierar. De mätningar som gjorts under senare år (2010–2014) visar att den genomsnittliga halten i stenkrossar ligger kring 0,05 mg/m³ medan gruvor och asfaltverk ligger kring 0,02 mg/m³. Av erfarenhet vet man att den genomsnittliga halten för individ i samma yrkesgrupp varierar påtagligt. Det är inte ovanligt att genomsnittshalten är 5 gånger högre hos de som ligger högst jämfört med de som ligger lägst (Rappaport et al. 1993).

Om man arbetar i en svensk stenkross mellan 20 och 50 års ålder ger ovanstående beräkningar en uppfattning om risken att drabbas av silikos, KOL eller lungcancer. Risken för rökare att drabbas av lungcancer är ökad så att drygt ytterligare en person per hundra exponerade drabbas före 65 års ålder. Därtill kommer en risk på några procent att drabbas av en KOL som ger luftvägsbesvär och sänkt lungfunktion. Det finns möjligen också en viss risk att lungröntgen

visar förändringar tydande på stendammslunga. Alla dessa sjukdomar kommer under senare delen av den yrkesverksamma delen av livet, d.v.s. från 50 års ålder och uppåt för lungcancer och stendammslunga medan symptom från luftvägarna (hosta och ökad andfåddhet vid ansträngning) kan komma något tidigare.

En icke-rökande person som arbetar i en stenkross har en ökad risk för lungcancer beroende på kvartsdamm i arbetet i storleksordning 1 fall per 1 000 personer. Risken för förändringar på lungröntgen tydande på stendammslunga är av samma storleksordning som för rökaren (de data som finns skiljer inte på rökare och icke-rökare när det gäller risken för stendammslunga och det är oklart om det finns en skillnad och hur stor den i så fall är).

Arbete i gruvor eller asfaltverk innebär en lägre risk för sjukdom än arbeten i stenkrossar eftersom den genomsnittliga halten av kvarts endast är cirka 40 procent av den i stenkrossar. Därmed blir risken lägre vilket innebär en risk för lungcancer på grund av kvartsexponering i arbetet i storleksordningen 5 fall per 1 000 personer för rökare och 5 fall per 10 000 personer för icke-rökare. Risken för silikos och KOL reduceras också i motsvarande grad.

Om bergarbetet sker i gruvor eller tunnlar tillkommer risker beroende på exponering för radon och dieselavgaser.

Risken för att fram till 65 års ålder drabbas av stendammslunga, KOL eller lungcancer om man arbetat mellan 20 och 50 års ålder i halter av kvartsdamm där nivån är kring 0,05 mg/m³ kan sammanfattas som antal "extra" fall per 100 personer.

	Risk
<i>Stendammslunga</i>	
• Röntgenförändringar ^a	Mer än 10
• Besvär	? ^b
<i>KOL</i>	
• Besvär	Mer än 5 ^c
• Påverkan på lungfunktion	Mer än 5 ^c
<i>Lungcancer^d</i>	
• Icke-rökare	0,1
• Rökare	1

a Se figur 12 (data saknas för att skilja på rökare/icke-rökare).

b Data saknas.

c Från Ulvestad et al. 2000. Separata data för rökare och icke-rökare saknas, men rökarnas risk torde vara betydligt större.

d Se s. 30.

Risken för lungcancer vid exponering för kvartsdamm kan jämföras med motsvarande risk vid exponering för andra typer av luftföroreningar som förekommer i arbetslivet. Asbest kan orsaka lungcancer

och riskkvoten för att få lungcancer uppskattades till cirka 2 för en dos motsvarande 15 års arbete i en miljö där genomsnittshalten var 1 fiber/ml (det gränsvärde som gällde på 1970-talet för asbest). En riskkvot på 1,5 skulle då motsvara cirka 13 års arbete med asbest vid nivån 1 fiber/ml. En svensk studie av byggnadsarbetare fann en riskkvot mellan 1,5–2 för de som ansågs högt exponerade för asbest på 1970- och 1980-talet (Järholm and Åstrom 2014). Till detta kommer risken för att drabbas av malignt mesoteliom, en elakartad tumör som oftast sitter i lungsäcken¹⁸. Vissa studier har indikerat att risken att drabbas av mesoteliom hos asbestarbetare är ungefär lika stor som risken för lungcancer (Darnton et al. 2006). Asbest kan orsaka lungförändringar (fibros) av liknande typ som kvarts, så kallad asbestos. Om man enbart ser till risken för cancer kan man konstatera att arbete i en stenkross under cirka 30 år vid dagens nivåer av kvarts innebär en lungcancerriksk av samma storleksordning som arbete med asbest vid gränsvärdesnivån på 1970-talet under 10–15 år plus risken för mesoteliom som således är av samma storleksordning som lungcancerriksken (antal fall per 100 personer). Det innebär att arbete under 10–15 år med asbest vid gränsvärdesnivån på 1970-talet (1 fiber/ml) innebär en cirka dubbelt så stor risk att drabbas av cancer som att arbeta i stenkross under cirka 30 år vid dagens nivåer av kvartsdamm.

¹⁸ Mesoteliom kan också sitta i bukhinnan.

Hälsokontroller kan inte ersätta förebyggande åtgärder

De tre sjukdomar som detta dokument har fokuserat på när det gäller risker med att utsättas för höga halter av bergdamm är stendammslunga, lungcancer och kroniskt obstruktiv lungsjukdom. I arbeten där kvarts förekommer krävs i vissa fall hälsokontroller med bland annat lungröntgen och spirometri. I detta avsnitt redovisar vi dels vissa allmänna principer för hälsokontroller, dels diskuterar vi värdet av hälsokontroller för de tre sjukdomar som nämns ovan.

Prevention

Primärprevention innebär att man förhindrar uppkomst av sjukdom. Vid arbete med stendamm är till exempel åtgärder som minskar hur mycket en reparatör i en stenkross utsätts för dammet exempel på primärprevention. (Socialstyrelsen definierar primärprevention som "förebyggande åtgärd för att förhindra uppkomst av sjukdomar, skador, fysiska, psykiska eller sociala problem".)

Sekundärprevention är åtgärder för att hitta sjukdomar i så tidiga stadier att de inte ger besvär i syfte att förhindra att sjukdomen bryter ut. (Socialstyrelsen definierar sekundärprevention som "förhindra att latent sjukdomstillstånd utvecklas till kliniskt fastställd sjukdom".) Vid arbete med stendamm kan till exempel åtgärder för att hitta KOL innan personen har några besvär vara ett exempel på sekundärprevention om man på så sätt kan påverka sjukdomen så att den blir lindrigare.

Ibland talar man också om tertiärprevention vilket innebär att man ökar livskvaliteten för personer med manifest sjukdom.

Hälsokontroller kan också delas in på ett liknande sätt. Kontroller som gör att en frisk person som undersöks får lägre risk att drabbas av sjukdom är primärpreventiva. Ett exempel från arbetslivet är att mäta halten bly i blod. Då höga värden upptäcks görs åtgärder för att minska exponeringen och därmed minska risken för skador på nervsystem.

Vanligen är dock hälsokontroller någon form av sekundärprevention, d.v.s. man letar efter förändringar som är tidiga tecken på sjukdom och i bästa fall leder behandling till att sjukdomen inte bryter ut eller ger besvär. Ibland kallas detta för screening.

Hälsokontroller riktade mot stendammslunga, KOL och lungcancer är alla olika typer av sekundärprevention, det vill säga de syftar till att förhindra att sjukdomen ger besvär eller förvärras. För stendammslunga och KOL saknas helt behandlingsmetoder som kan få sjukdomen att läka eller förbättras. Det bästa man kan uppnå är att sjukdomsprocessen stannar av. Lungcancer kan i vissa fall botas, men som beskrivits ovan är möjligheterna till botande behandling små och endast en mindre andel blir helt botade medan flertalet avlider (se s. 27).

Det har diskuterats vad som ska gälla för att det ska vara berättigat att göra hälsokontroller för att hitta latent sjukdom. Socialstyrelsen har nyligen beskrivit 15 kriterier som bör vara uppfyllda (Socialstyrelsen 2014). Bland kriterierna nämns till exempel att det ska finnas åtgärder som man kan vidta vid tidig upptäckt som förbättrar prognosen och att hälsokontrollen ska ha utvärderats och visats leda till minskad sjuklighet eller dödlighet.

Socialstyrelsen har i sina riktlinjer kring vård och behandling angett att det finns anledning att hitta KOL tidigt för att det minskar lidandet (http://www.socialstyrelsen.se/nyheter/2014november/tidigdiagnosavastmaochkolminskarlidande_kontrollerad_150527). Det pågår studier av värdet med att rutinemässigt i primärvård undersöka om patienter har KOL (Jordan et al. 2014).

Tidiga studier av till exempel rökare har inte kunnat visa att vanlig lungröntgen för att upptäcka lungcancer ökar livslängden. Relativt nyligen har en större amerikansk studie som använt en mer noggrann lungröntgenmetod (lågdosdatortomografi) funnit att överlevnaden ökade hos de som årligen genomgick en sådan undersökning på grund av att lungtumörer upptäcktes tidigare (National Lung Screening Trial Research et al. 2011). I en tidigare bedömning har Socialstyrelsen kommit fram till att man inte vill rekommendera lågdosdatortomografi till rökande personer med hög risk för lungcancer (http://www.socialstyrelsen.se/nationellariktlinjerfor-lungcancervard/sokiriktlinjerna/hogriskforlungcancermedelalder_kontrollerad_150527). Vid den tidpunkten var resultaten från den amerikanska studien inte kända. Vissa svenska läkare har argumenterat för att man ska börja med hälsoundersökningar av grupper med hög risk för lungcancer (Björk et al. 2014), medan andra forskare menar att nackdelarna överväger fördelarna (Koyi and Hillerdal 2015). Till nackdelarna hör att stråldosen kan vara betydande och att undersökningen leder till att man hittar förändringar som behöver utredas vidare men som visar sig inte vara elakartade (se sid 27).

Stendammslunga kan upptäckas på röntgen hos personer som

är besvärsfria. Vid de nivåer av stendamm som oftast förekommer i Sverige sker detta ofta i slutet av yrkeslivet eller efter pension. Personer med tecken på stendammslunga på röntgen blir normalt inte godkända för arbete där kvarts förekommer vid de obligatoriska kontroller som föreskrivs av Arbetsmiljöverket (AFS 2005:6). Det innebär att vid upptäckt avbryts exponeringen för stendamm. I många fall avstannar försämringen eller fortskrider så långsamt att symptom på grund av stendammslungan aldrig hinner uppträda. Det förekommer dock att sjukdomen kan fortsätta att försämrats trots att exponeringen upphör också i lindriga fall där förändringarna på röntgen är ganska små när de upptäcks.

En nackdel med hälsokontroller är att också människor utan sjukdom klassificeras som sjuka av testerna. Friska människor tvingas därför att genomgå ytterligare utredningar och i värsta fall också kirurgiska ingrepp innan man slutligen finner att de inte har sjukdomen. Till exempel fann en stor amerikansk studie utformad för att upptäcka lungcancer att 27,6 procent (7 191 personer) hade förändringar som man misstänkte kunde vara lungcancer vid första undersökningstillfället med lågdosskiktröntgen. Det visade sig sedan att det var 3,8 procent (270 personer) som verkligen hade lungcancer. Den grupp man undersökte var rökare i åldern 55–74 år som hade rökt minst motsvarande 1 paket cigaretter per dag under 30 år (>30 paketår). Trots hälsokontrollen inträffade det många dödsfall i lungcancer (22,9 procent dog av lungcancer i den grupp som undersöktes med den avancerade lungröntgenundersökningen mot 25,3 procent i gruppen som undersöktes med "vanlig" lungröntgen under uppföljningsperioden (National Lung Screening Trial Research et al. 2011).

Hur vanlig sjukdomen är i den undersökta gruppen har också betydelse för om det är rimligt att göra hälsokontroller. Om man skulle göra lågdosskiktröntgen på en grupp personer där ingen har lungcancer kommer risken för efterundersökningar och komplikationer att vara ungefär lika stor som nyttan beskriven ovan och man gör då bara skada och ingen nytta. När man röntgar lungorna på personer för att hitta stendammslunga kommer bedömningarna att skilja mellan olika bedömare. De förändringar man ser kan också förekomma hos personer som inte har stendammslunga och en sådan person kan komma att klassificeras som att den har stendammslunga och tvingas byta arbete. För att vara säker på diagnosen stendammslunga kan man i sådana fall ta prov på lungan (man tar ut en liten bit av lungan, vanligen via ett bronkoskop) med en risk om än liten för blödning eller andra komplikationer och besvär för den undersökte. Även i samband med spirometri för att upptäcka KOL kan avvikan-

de fynd göra att man kompletterar med andra undersökningar (till exempel ytterligare lungfysiologi eller lungröntgen).

I tabell 5 redovisas några för- och nackdelar med hälsoundersökningar för att tidigt upptäcka KOL, stendammslunga och lungcancer.

Sjukdom	Undersökningsmetod	Fördelar	Nackdelar	Kostnad
KOL	Spirometri	Tidig upptäckt kan leda till att sjukdomen kan bromsas upp. Låg risk för komplikationer.	Sjukdomen måste vara av viss svårighetsgrad för att kunna upptäckas. Sjukdomen kan inte botas men förmodligen kan försämring fördröjas eller förhindras.	Låg
Stendammslunga	Lungröntgen	Tidig upptäckt kan leda till att sjukdomen kan bromsas upp. Måttlig/låg risk för komplikationer.	Sjukdomen måste vara av viss svårighetsgrad för att kunna upptäckas. Sjukdomen kan inte botas men förmodligen kan försämring fördröjas eller förhindras.	Måttlig
Lungcancer	Lågdosdatortomografi	Tidig upptäckt kan leda till att sjukdomen botas.	Man hittar många förändringar som måste utredas trots att personen inte har lungcancer och vissa av dessa personer kommer att utsättas för kirurgiska ingrepp med viss risk för allvarlig skada (och i värsta fall död).	Hög

Tabell 5. För- och nackdelar med hälsokontroller för att upptäcka sjukdomar orsakade av bergdamm.

Den enda primärpreventiva metoden för att förhindra sjukdom av bergdamm är att se till att halterna av damm är låga

Hälsokontroller kan i vissa fall upptäcka sjukdom tidigt, men det finns ingen botande behandling för stendammslunga eller KOL. Även vid avancerad årlig lungröntgen så hittar man endast en mindre del av personerna med lungcancer så tidigt att canceren kan botas.

Sammanfattning

Hälsoriskerna med bergdamm beror till stor del på kvartsinnehållet. Kvarts finns i den svenska berggrunden, men halterna kan variera. Olika arbetsprocesser innebär olika hög exponering. Mätningar finns från tre olika arbetsmiljöer: stenkrossar, gruvor och asfaltverk. Högst halter finns i stenkrossar (genomsnittshalt cirka 0,05 mg/m³) medan halterna i gruvor och asfaltverk är ungefär hälften så höga (genomsnittshalt cirka 0,02 mg/m³).

Bergarbete där dammet innehåller kvarts innebär en ökad risk för stendammslunga, lungcancer och kroniskt obstruktiv lungsjukdom (KOL). Risken beror i huvudsak på den totala mängden damm man inandats under arbetet vilket innebär att högst risk finns i högre åldrar då man varit utsatt för dammet under längre tid. KOL och lungcancer beror också på andra luftföroreningar och rökare har en ökad risk för dessa sjukdomar.

En rökare löper 2–3 procent risk att drabbas av lungcancer före 65 års ålder, d.v.s. 2–3 personer av 100 rökare drabbas. Om han eller hon från 20 till 50 års ålder arbetar i en stenkross i Sverige idag och utsätts för de dammhalter som mätningar visar ökar risken till ungefär 3–4 procent. Risken att personen vid 65 års ålder har tidiga tecken på förändringar i lungan som tyder på stendammslunga är vid sådant arbete mer än 10 procent. Risken att stendammslungan ska ha betydelse för dödsorsaken är i storleksordningen 0,3 procent. Kunskapen är otillräcklig för att man ska kunna uppskatta risken för KOL mer exakt, men den extra risken för att drabbas av en lättare till måttlig KOL torde vara i storleksordningen någon eller några procent. Om man jämför risken för att drabbas av lungcancer vid exponering för kvartsdamm med risken för lungcancer orsakad av andra luftföroreningar i arbetet, så är risken ungefär hälften så stor som risken för lungcancer hos byggnadsarbetare på 1970-talet som arbetade med asbest.

Varken KOL eller stendammslunga kan botas. Upptäcker man sjukdomen tidigt kan man i bästa fall förhindra att den försämras. Upptäcks lungcancer tidigt kan den i vissa fall botas, men även med de mest avancerade röntgentekniker och årliga kontroller så kommer de flesta fall att dö i sjukdomen även om den upptäckts vid kontrollen.

Den enda riktigt säkra metoden för att förhindra att sjukdomarna uppkommer på grund av bergdamm är att se till att halten av damm i luft är låg. Särskilt gäller det när halten av kvarts i berget är hög.

Referenser

- AFS 2005:6. *Medicinska kontroller i arbetslivet*. Föreskrift, Arbetsmiljöverkets, Stockholm.
- AFS 2011:18. *Hygieniska gränsvärden*. Föreskrift, Arbetsmiljöverkets, Stockholm.
- Ahlmark A. 1967. *Silicosis in sweden*. Stockholm: Arbetsmedicinska institutet.
- Akgun M, Araz O, Akkurt I, Eroglu A, Alper F, Saglam L, et al. 2008. An epidemic of silicosis among former denim sandblasters. *Eur Respir J* 32:1295–1303.
- Arbetsmiljöverket rapport (2010:3). *Arbetsrelaterade dödsfall I Sverige*. Kunskaps-sammanställning, Arbetsmiljöverket, Stockholm.
- Arbetsmiljöverket rapport (2011:5). *Kvarts och dess cancerframkallande förmåga*. Kunskaps-sammanställning, Arbetsmiljöverket, Stockholm.
- Attfield MD, Schleiff PL, Lubin JH, Blair A, Stewart PA, Vermeulen R, et al. 2012. The diesel exhaust in miners study: A cohort mortality study with emphasis on lung cancer. *J Natl Cancer Inst* 104:869–883.
- Bakan ND, Ozkan G, Camsari G, Gur A, Bayram M, Acikmese B, et al. 2011. Silicosis in denim sandblasters. *Chest* 140:1300–1304.
- Balmes J, Becklake M, Blanc P, Henneberger P, Kreiss K, Mapp C, et al. 2003. American thoracic society statement: Occupational contribution to the burden of airway disease. *Am J Respir Crit Care Med* 167:787–797.
- Banks DE. 1995. Clinical features of silicosis. In: *Silica and silica-induced lung diseases* (Castranova V, Vallyathan V, Wallace WE, eds):CRC Press, 23–37.
- Björk T, Henriksson R, Hobohm S, Wagenius G. 2014. *Screening av lungcancer kan rädda 500 liv per år*. DN debatt 3 nov 2014 (<http://www.dn.se/debatt/screening-av-lungcancer-kan-radda-500-liv-per-ar/Kontrollerad-150910>)
- Blanc PD, Toren K. 2007. Occupation in chronic obstructive pulmonary disease and chronic bronchitis: an update. *Int J Tuberc Lung* 11: 251–257.
- Castranova V, Vallyathan V. 2000. Silicosis and coal workers' pneumoconiosis. *Environ Health Perspect* 108 Suppl 4:675–684.
- Checkoway H, Pearce N, Hickey JL, Dement JM. 1990. Latency analysis in occupational epidemiology. *Arch Environ Health*. 45:95–100.
- Darnton AJ, McElvenny DM, Hodgson JT. 2006. Estimating the number of asbestos-related lung cancer deaths in Great Britain from 1980 to 2000. *Ann Occup Hyg* 50:29–38.
- Engholm G, Ferlay J, Christensen N, Bray F, Gjerstorff ML, Klint A, et al. 2010. Nordcan – a nordic tool for cancer information, planning, quality control and research. *Acta Oncol* 49:725–736.
- Feickert D. 2013. Safety and health in mining in China (Arbete och Hälsa). 2013;47(2). Gothenburg.
- Hnizdo E, Vallyathan V. 2003. Chronic obstructive pulmonary disease due to occupational exposure to silica dust: A review of epidemiological and pathological evidence. *Occup Environ Med* 60:237–243.
- IARC. 2013. Diesel and gasoline engine exhausts and some nitroarenes. Lyon: IARC.

- International Labour Organisation. 2011. Guidelines for the use of ILO international classification of radiographs of pneumoconioses. Revised edition. Geneva: International Labour Office.
- Jonsson H, Bergdahl IA, Akerblom G, Eriksson K, Andersson K, Kågström L, et al. 2010. Lung cancer risk and radon exposure in a cohort of iron ore miners in Malmberget, Sweden. *Occup Environ Med* 67:519–525.
- Jordan RE, Adab P, Jowett S, Marsh JL, Riley RD, Enocson A, et al. 2014. TargetCOPD: A pragmatic randomised controlled trial of targeted case finding for COPD versus routine practice in primary care: Protocol. *BMC Pulm Med* 14:157.
- Järholm B, Åström E. 2014. The risk of lung cancer after cessation of asbestos exposure in construction workers using pleural malignant mesothelioma as a marker of exposure. *J Occup Environ Med* 56:1297–1301.
- Kjuus H et al. 2014. Follow-up of asbestos-exposed workers and diagnosis of non-malignant asbestos diseases. In: *Asbestos, asbestosis and cancer. Helsinki Criteria for Diagnosis and Attribution*. Finish Institute of Occupational Health, Helsinki 2014.
- Koyi H, Hillerdal G. 2015. [in process citation]. *Läkartidningen* 112.
- Krzemien S, Krzemien A. 2013. Safety and health in mining in Poland. I Elgstrand K, Vingård E (eds). *Occupational Safety and Health in Mining*. Arbete och Hälsa. 2013;47(2). Göteborg: Göteborgs universitet.
- Kusaka Y, Hering KG, Parker JE (eds). 2005. *International classification of HRCT for occupational and environmental diseases*. Springer-Verlag, Tokyo.
- Leung CC, Yu IT, Chen W. 2012. Silicosis. *Lancet* 379:2008–2018.
- Lewné M, Plato N, Gustavsson P. 2007. Exposure to particles, elemental carbon and nitrogen dioxide in workers exposed to motor exhaust. *Ann Occup Hyg* 51:693–701.
- Lindberg A, Jonsson AC, Ronmark E, Lundgren R, Larsson LG, Lundback B. 2005. Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease according to bts, ers, gold and ats criteria in relation to doctor's diagnosis, symptoms, age, gender, and smoking habits. *Respiration; international review of thoracic diseases* 72:471–479.
- McCunney RJ, Li J. 2014. Radiation risks in lung cancer screening programs: A comparison with nuclear industry workers and atomic bomb survivors. *Chest* 145:618–624.
- Meyer JD, Islam SS, Ducatman AM, McCunney RJ. 1997. Prevalence of small lung opacities in populations unexposed to dusts. A literature analysis. *Chest* 111:404–410.
- Montelius J (ed). 2003. *Vetenskapligt underlag för hygieniska gränsvärden 24*. Arbete och Hälsa. 2003:15, Göteborg: Göteborgs universitet.
- Montelius J (ed). 2013. *Vetenskapligt underlag för hygieniska gränsvärden 33*. Arbete och Hälsa. 2013;47(8). Göteborg: Göteborgs Universitet.
- National Lung Screening Trial Research T, Aberle DR, Adams AM, Berg CD, Black WC, Clapp JD, et al. 2011. Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening. *N Engl J Med* 365:395–409.
- Nordby KC, Fell AK, Notø H, Edward W, Skogstad M, Thomassen Y, Bergamaschi A, Kongerud J, Kjuus H. Exposure to thoracic dust, airway symptoms, and lung function in cement production workers. *Eur Respir J* 2011;38:1278–86.

- Omland O, Wurtz ET, Aasen TB, Blanc P, Brisman JB, Miller MR, et al. 2014. Occupational chronic obstructive pulmonary disease: A systematic literature review. *Scand J Work Environ Health* 40:19–35.
- Oxman AD, Muir DC, Shannon HS, Stock SR, Hnizdo E, Lange HJ. 1993. Occupational dust exposure and chronic obstructive pulmonary disease. A systematic overview of the evidence. *Am Rev Respir Dis* 148:38–48.
- Peretz A, Checkoway H, Kaufman JD, Trajber I, Lerman Y. 2006. Silica, silicosis, and lung cancer. *Isr Med Assoc J* 8:114–118.
- Rappaport SM. 1991. Assessment of long-term exposures to toxic substances in air. *Ann Occup Hyg* 35:61–121.
- Rappaport SM, Kromhout H, Symanski E 1993. Variation of exposure between workers in homogeneous exposure groups. *Am Ind Hyg Assoc J* 54:654–662.
- Rees D, Murray J. 2007. Silica, silicosis and tuberculosis. *Int J Tuberc Lung Dis* 11:474–484.
- Ross MH, Murray J. 2004. Occupational respiratory disease in mining. *Occup Med (Lond)* 54:304–310.
- Rothman KJ, Greenland S, Lash TL. 2008. *Modern epidemiology*. 3. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Silverman DT, Samanic CM, Lubin JH, Blair AE, Stewart PA, Vermeulen R, et al. 2012. The diesel exhaust in miners study: A nested case-control study of lung cancer and diesel exhaust. *J Natl Cancer Inst* 104:855–868.
- Singer JP, Chen H, Phelan T, Kukreja J, Golden JA, Blanc PD. 2012. Survival following lung transplantation for silicosis and other occupational lung diseases. *Occup Med (Lond)* 62:134–137.
- Sirajuddin A, Kanne JP. 2009. Occupational lung disease. *J Thorac Imaging* 24:310–320.
- Socialstyrelsen. 2014. Nationella screeningprogram – modell för bedömning införande och uppföljning. Stockholm.
- t Mannetje A, Steenland K, Attfield M, Boffetta P, Checkoway H, DeKlerk N, et al. 2002. Exposure-response analysis and risk assessment for silica and silicosis mortality in a pooled analysis of six cohorts. *Occup Environ Med* 59:723–728.
- Toren K, Jarvholm B. 2014. Effect of occupational exposure to vapors, gases, dusts, and fumes on COPD mortality risk among Swedish construction workers: A longitudinal cohort study. *Chest* 145:992–997.
- Ulvestad B, Bakke B, Melbostad E, Fuglerud P, Kongerud J, Lund MB. 2000. Increased risk of obstructive pulmonary disease in tunnel workers. *Thorax* 55:277–282.
- Westerholm P. 1980. Silicosis. Observations on a case register. *Scand J Work Environ Health* 6 Suppl 2:1–86.
- Xipell JM, Ham KN, Price CG, Thomas DP. 1977. Acute silicoproteinosis. *Thorax* 32:104–111.
- Ädelroth E, Hedlund U, Blomberg A, Helleday R, Ledin MC, Levin JO, et al. 2006. Airway inflammation in iron ore miners exposed to dust and diesel exhaust. *Eur Respir J* 27:714–719.

Appendix 1: Beskrivning av uppmätt respirabelt kvartsdamm

Mellan åren 2012 och 2014 har det rapporterats in ca 1 100 mät-rapporter till Arbetsmiljöverket från gruvindustrin, stenkrossar/bergtäkter och asfaltverk. Antalet individuella mätresultat i varje mätrapport varierar. I snitt omfattar varje rapport från gruvindustrin 5 individuella mätresultat. Från stenkrossar/bergtäkter samt asfaltverk innehöll varje rapport 3 individuella mätresultat. I de flesta fall avser mätresultaten exponering under en enstaka arbetsdag, men även kortare provtagningstider har förekommit. Tabeller nedan visar branscherna var för sig och innehåller aritmetiska medelvärden av respirabelt kvartsdamm, spridningsmått angett som standardavvikelse (SD), maximal halt och antal mätningar som överskridit 0,1 mg/m³ respektive 0,05 mg/m³ för åren 2002–2014.

Gruvindustrin

	N	Medel (mg/m ³)	SD	Max	Antal mätvärden över 0,1 mg/m ³	Antal mätvärden över 0,05 mg/m ³
År						
2002	158	0,014	0,028	0,280	3	5
2003	120	0,013	0,030	0,330	1	2
2004	148	0,015	0,025	0,220	4	6
2005	245	0,025	0,097	1,350	7	14
2006	192	0,015	0,016	0,100	0	8
2007	155	0,016	0,024	0,205	2	8
2008	119	0,019	0,053	0,520	3	9
2009	171	0,013	0,028	0,240	3	5
2010	158	0,017	0,035	0,240	6	9
2011	9	0,019	0,014	0,052	0	1
2012	30	0,018	0,030	0,144	1	4
2013	29	0,027	0,065	0,351	1	4
2014	8	0,015	0,026	0,080	0	1

Stenkrossar

	N	Medel (mg/m ³)	SD	Max	Antal mätvärden över 0,1 mg/m ³	Antal mätvärden över 0,05 mg/m ³
År						
2002	79	0,064	0,106	0,450	14	21
2003	143	0,053	0,137	1,470	16	29
2004	204	0,033	0,059	0,480	16	33
2005	201	0,037	0,109	1,430	8	30
2006	185	0,051	0,125	1,100	20	30
2007	185	0,042	0,077	0,440	16	32
2008	203	0,046	0,107	0,960	21	40
2009	177	0,028	0,049	0,438	7	27
2010	210	0,049	0,153	1,400	14	36
2011	88	0,071	0,215	1,720	9	18
2012	92	0,075	0,276	2,270	8	17
2013	142	0,034	0,097	0,690	7	15
2014	103	0,023	0,097	0,970	3	8

Asfaltsverk

	N	Medel (mg/m ³)	SD	Max	Antal mätvärden över 0,1 mg/m ³	Antal mätvärden över 0,05 mg/m ³
År						
2002	4	0,014	0,007	0,024	0	0
2003	22	0,015	0,017	0,067	0	2
2004	36	0,023	0,030	0,110	2	4
2005	33	0,065	0,163	0,800	4	6
2006	40	0,017	0,024	0,140	1	2
2007	58	0,027	0,042	0,210	4	8
2008	54	0,014	0,026	0,170	1	3
2009	21	0,017	0,024	0,100	0	2
2010	27	0,009	0,006	0,037	0	0
2011	31	0,020	0,028	0,120	1	3
2012	14	0,045	0,130	0,489	1	2
2013	16	0,015	0,028	0,113	1	1
2014	15	0,018	0,017	0,060	0	1

Tabeller över antal individuella mätresultat i olika intervall. Även här uppdelat branschvis.

Gruvindustri

Mätår	Kvartshalt, mg/m ³								Total
	mindre än 0,001	0,001-0,005	0,005-0,01	0,01-0,05	0,05-0,1	0,1-0,5	0,5-1,0	större än 1,0	
2002	0	6	130	17	2	3	0	0	158
2003	1	13	92	12	1	1	0	0	120
2004	0	21	94	27	2	4	0	0	148
2005	0	10	187	34	7	6	0	1	245
2006	1	3	141	39	8	0	0	0	192
2007	1	16	94	36	6	2	0	0	155
2008	0	33	54	23	6	2	1	0	119
2009	0	39	104	23	2	3	0	0	171
2010	0	27	90	32	3	6	0	0	158
2011	0	0	5	3	1	0	0	0	9
2012	0	14	7	5	3	1	0	0	30
2013	0	14	3	8	3	1	0	0	29
2014	0	5	1	1	1	0	0	0	8
Total	3	201	1 002	260	45	29	1	1	1 542

Stenkrossar

Mätår	Kvartshalt, mg/m ³								Total
	mindre än 0,001	0,001-0,005	0,005-0,01	0,01-0,05	0,05-0,1	0,1-0,5	0,5-1,0	större än 1,0	
2002	9	3	19	27	7	14	0	0	79
2003	6	4	54	50	13	15	0	1	143
2004	13	9	67	82	17	16	0	0	204
2005	9	8	62	92	22	7	0	1	201
2006	10	24	62	59	10	16	3	1	185
2007	7	22	56	68	16	16	0	0	185
2008	11	27	74	51	19	17	4	0	203
2009	3	35	50	62	20	7	0	0	177
2010	11	36	62	65	22	9	3	2	210
2011	9	11	18	32	9	6	2	1	88
2012	13	16	26	20	9	5	1	2	92
2013	8	50	36	33	8	5	2	0	142
2014	11	29	36	19	5	2	1	0	103
Total	120	274	622	660	177	135	16	8	2 012

Asfaltverk

Mätår	Kvartshalt, mg/m ³							
	mindre än 0,001	0,001-0,005	0,005-0,01	0,01-0,05	0,05-0,1	0,1-0,5	0,5-1,0	Total
2002	0	0	2	2	0	0	0	4
2003	3	0	11	6	2	0	0	22
2004	7	0	8	17	2	2	0	36
2005	1	4	9	13	2	2	2	33
2006	3	1	17	17	1	1	0	40
2007	5	5	28	12	4	4	0	58
2008	6	0	39	6	2	1	0	54
2009	4	1	8	6	2	0	0	21
2010	0	3	21	3	0	0	0	27
2011	1	1	18	8	2	1	0	31
2012	3	0	9	0	1	1	0	14
2013	3	1	9	2	0	1	0	16
2014	1	0	8	5	1	0	0	15
Total	37	16	187	97	19	13	2	371

Appendix 2: Beräkning av risker för lungcancer

Incidensen (fall per 100 000 personer för lungcancer har inhämtats från cancerregistret och avser 2013 (statistikdatabasen 150520).

Kön	Män	Kvinnor
20-24	0,00	0,61
25-29	0,32	0,66
30-34	0,66	0,69
35-39	0,96	1,66
40-44	4,31	3,48
45-49	6,08	11,09
50-54	17,94	20,10
55-59	35,23	38,38
60-64	77,12	88,32
65-69	127,15	141,22
70-74	194,27	157,40
75-79	222,17	162,03
80-84	203,39	151,94

Relativa risken antas vara 1,5 för dosen $2 \text{ mg/m}^3 \times \text{år}$ och öka linjärt med ökande dos. D.v.s. om nivån är $0,05 \text{ mg/m}^3$ blir relativa risken efter y år $RR=1+0,5*y*0,05/2$. Om exponeringen pågår från 20 till 50 års ålder och risken sedan är konstant skulle incidensen öka enligt nedan.

Kön	Män	Kvinnor	Relativ risk	Män	Kvinnor
20-24	0,00	0,61	1,03125	0,0	0,6
25-29	0,32	0,66	1,09375	0,4	0,7
30-34	0,66	0,69	1,15625	0,8	0,8
35-39	0,96	1,66	1,21875	1,2	2,0
40-44	4,31	3,48	1,28125	5,5	4,5
45-49	6,08	11,09	1,34375	8,2	14,9
50-54	17,94	20,10	1,375	24,7	27,6
55-59	35,23	38,38	1,375	48,4	52,8
60-64	77,12	88,32	1,375	106,0	121,4
65-69	127,15	141,22	1,375	174,8	194,2
70-74	194,27	157,40	1,375	267,1	216,4
75-79	222,17	162,03	1,375	305,5	222,8
80-84	203,39	151,94	1,375	279,7	208,9

Vi har antagit att det inte finns någon "latenstid". Det är oklart hur kvarts verkar och är det i första hand en promotiv effekt kan det vara rimligt att inte ha en latens eller bara en kortare latenstid.

Antalet fall under en viss tidsperiod har sedan beräknats med formeln:
 Antalet drabbade i % = $100 \cdot (1 - \text{Exp}(-\text{Rate} \cdot \text{time}))$ (Rothman et al. 2008)
 för åldersgrupperna 20–64 år.

Antal drabbade per 100 personer (%) blir då (20–64 år)

Grupp	Ej kvartsdamm		Kvartsdamm (20–50 år, 0,05 mg/m ³)		Riskökning (fall per 100 personer)	
	Kvinnor	Män	Kvinnor	Män	Kvinnor	Män
Icke-rökare	0,37	0,32	0,51	0,44	0,14	0,12
Ex-rökare	0,75	0,65	1,02	0,88	0,27	0,23
Rökare	3,68	3,19	4,99	4,34	1,31	1,15

För att beräkna incidenserna beroende på rökvanor har vi använt formeln:

$$\text{Total incidens} = P_0 \cdot I_0 + P_{\text{ex}} \cdot 2 \cdot I_0 + P_{\text{rök}} \cdot 10 \cdot I_0$$

Där P_0 är andelen icke-rökare P_{ex} är andelen ex-rökare och $P_{\text{rök}}$ är andelen rökare, där I_0 är incidensen för icke-rökare och relativa risken för ex-rökare är 2 och relativa risken för daglig rökare är 10. Andelen icke-rökare och daglig rökare har inhämtats från folkhälsomyndighetens årliga undersökningar för 2014 (<http://www.folkhalsomyndigheten.se/amnesomraden/statistik-och-undersokningar/enkater-och-undersokningar/nationella-folkhalsoenkaten/levnadsvanor/tobaksvanor/kontrollerad150520>).

Daglig rökare 2014

Ålder	Kvinnor (%)	Män (%)
16–29	9	7
30–44	6	9
45–64	16	12
65–84	12	8

Aldrig rökare 2014

Ålder	Kvinnor (%)	Män (%)
16–29	68	68
30–44	71	66
45–64	53	59
65–84	61	53

Utifrån dessa data har vi valt att beräkna riskerna på proportionerna dagligrökare på 10 procent, icke-rökare på 60 procent och ex-rökare 30 procent. Enligt formeln ovan blir då

$I_0 = \text{total incidens} / (0,6 + 2 \cdot 0,3 + 0,1 \cdot 10) = \text{total incidens} / 2,2$. Därefter beräknas incidenserna för ex-rökare och rökare enligt ovan.

Antal drabbade per 100 personer (%) blir då (20–64 år)

Grupp	Ej kvartsdamm		Kvartsdamm (20–50 år, 0,05 mg/m ³)		Riskökning (fall per 100 personer)	
	Kvinnor	Män	Kvinnor	Män	Kvinnor	Män
Icke-rökare	0,37	0,32	0,51	0,44	0,14	0,12
Ex-rökare	0,75	0,65	1,02	0,88	0,27	0,23
Rökare	3,68	3,19	4,99	4,34	1,31	1,15

Eftersom rökvanorna förändrar sig över tid och man kan förvänta sig att risken för lungcancer mer speglas av rökvanor några år tidigare har vi också gjort beräkningen baserad på rökvanorna 2004.

Daglig rökare 2004

Ålder	Kvinnor (%)	Män (%)
16–29	16	10
30–44	18	14
45–64	25	19
65–84	12	11

Aldrig rökare 2004

Ålder	Kvinnor (%)	Män (%)
16–29	61	64
30–44	59	60
45–64	48	47
65–84	68	50

Utifrån dessa data har valt att beräkna riskerna på proportionerna dagligrökare på 20 procent för kvinnor och 15 procent för män, och icke-rökare på 55 procent för kvinnor och 50 procent för män och ex-rökare 25 procent för kvinnor och 35 procent för män. Enligt formeln ovan blir då

$I_0 = \text{total incidens} / (0,55 + 2 \cdot 0,25 + 0,2 \cdot 10) = \text{total incidens} / 3,05$ för kvinnor och $I_0 = \text{total incidens} / (0,50 + 2 \cdot 0,35 + 0,15 \cdot 10) = \text{total incidens} / 2,7$ för män. Därefter beräknas incidenserna för ex-rökare och rökare enligt ovan.

Antal drabbade per 100 personer (%) blir då (20–64 år)

Grupp	Ej kvartsdamm		Kvartsdamm (20–50 år, 0,05 mg/m ³)		Riskökning (fall per 100 personer)	
	Kvinnor	Män	Kvinnor	Män	Kvinnor	Män
Icke-rökare	0,27	0,26	0,37	0,36	0,10	0,10
Ex-rökare	0,54	0,53	0,74	0,72	0,20	0,19
Rökare	2,67	2,61	3,63	3,55	0,97	0,94

Arbetsmiljöverket
112 79 Stockholm
Besöksadress: Lindhagensgatan 133
Telefon 010-730 90 00
E-post: arbetsmiljoverket@av.se
av.se

Den här publikationen kan laddas ner på
av.se/publikationer/rapporter/

Vår vision: Alla vill och kan skapa en bra arbetsmiljö

