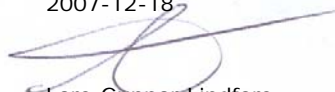


# Kan man minska exponeringen vid asbestsanering?

En jämförelse av två  
saneringsmetoder

Annika Karlsson och Bengt Christensson  
B1758  
Oktober 2007

Rapporten godkänd  
2007-12-18



Lars-Gunnar Lindfors  
Forskningschef

<b>Organisation</b> IVL Svenska Miljöinstitutet AB	<b>Rapportsammanfattning</b>
<b>Adress</b> Box 21060 100 31 Stockholm	<b>Projekttitel</b>
<b>Telefonnr</b> 08-598 563 00	<b>Anslagsgivare för projektet</b> Afa Trygghetsförsäkring
<b>Rapportförfattare</b> Annika Karlsson, Bengt Christensson	
<b>Rapporttitel och undertitel</b> Kan man minska exponeringen vid asbestsanering? Is it possible to reduce exposure during asbestos removal? A comparison of two methods for asbestos removal	
<b>Sammanfattning</b> Mätningar har gjorts för att utvärdera våtsanering som alternativ till torrsanering av asbest. En våtsaneringsmetod har utvecklats i Storbritannien och anses innebära lägre exponering för asbest. Mätningar visar att våtsanering innebär betydligt lägre exponering för asbest än torrsanering vid sanering av <ul style="list-style-type: none"> <li>• Större industriisoleringar</li> <li>• Sprutisolering</li> <li>• Rörböjar.</li> </ul> Torrsanering med s k glove bags av mindre objekt som rörböjar ger likvärdig exponering som våtsanering. En riskbedömning tyder på att dagens torrsaneringsmetod vid rivning av lös asbest i kombination med enklare P3-andningsskydd inte alltid ger ett acceptabelt skydd. Det innebär att de som arbetar med sanering samt de som arbetar eller vistas intill saneringar kan exponeras för asbest i halter som inte anses acceptabla. Värdena innanför fel vald mask kan ligga över gränsvärdet för asbest. Detta är särskilt allvarligt om blå asbest saneras. En viktig och nödvändig åtgärd för att minska exponeringen är att de andningsskydd som används, ska klara de krav som anges i Arbetsmiljöverkets asbestföreskrifter, vilket innebär att tryckluftsmatat andningsskydd är det andningsskydd som normalt sett ska användas. Dessutom kunde det konstateras brister i arbetsmetoderna vid en torrsanering.	
<b>Nyckelord samt ev. anknytning till geografiskt område eller näringsgren</b> Asbest, sanering, utvärdering, metoder, exponering, andningsskydd	
<b>Bibliografiska uppgifter</b> IVL Rapport B1758	
<b>Rapporten beställs via</b> Hemsida: www.ivl.se, e-post: publicationservice@ivl.se, fax 08-598 563 90, eller via IVL, Box 21060, 100 31 Stockholm	

## Summary

Measurements were done to evaluate wet stripping of asbestos in comparison with dry stripping. The wet stripping method was developed and has been used in Great Britain for several years. It is considered to reduce exposure to asbestos in the stripping operations.

The evaluation included

- measurements of exposure to asbestos in the stripping operation
- measurements of asbestos concentrations in several measuring points in and around the stripping site
- evaluation of
  - what objects could be stripped with the two methods
  - the time needed for the two stripping methods
  - the cost
  - the practicability of the two methods

The measurements show that wet stripping reduced the exposure to asbestos significantly, compared to dry stripping in the stripping of

- Larger objects of industrial insulations
- Spray insulation
- Insulation around pipe bends

Dry stripping of smaller objects using glove bags, gives an exposure to asbestos which is similar to wet stripping without glove bags.

A risk assessment shows that dry stripping of asbestos e.g. in insulation in combination with a half or hole mask with a P3-filter, will give insufficient protection. This kind of protection may result in workers stripping or working in the vicinity of stripping getting exposed to concentrations above the TLV, as the concentrations of asbestos inside the mask may exceed the TLV. This is especially dangerous if blue asbestos is to be stripped.

An essential measure to reduce exposure to asbestos is to use respirators that will live up to the standards set by the Swedish Work Environment Authority, which means that compressed air respirator should be used. Other incorrect working procedures were also noted during a dry stripping operation.

The wet stripping method has limitations. It cannot be used in stripping of asbestos contained in solid materials as opposed to porous insulation. Such material is e.g. fix used for mounting glazed tiles in bathrooms. In this case, spraying on the surface will give some reduction in asbestos exposure.

Though wet stripping of asbestos require somewhat more time and is a bit more expensive than dry stripping, the recommendation is to use wet stripping if possible for stripping of porous asbestos. Dry stripping gives rise to much higher concentrations of asbestos, which are more difficult to control and as the routines for asbestos stripping far to often do not live up to the standards demanded in the Swedish provisions on Asbestos. For example the respirators used are far to often not effective enough, the access to the stripping area do not live up to the standards and sometimes the underpressure is not good enough.

## Innehållsförteckning

Summary .....	1
1 Bakgrund.....	3
2 Syfte.....	4
3 Saneringsmetoderna.....	4
3.1 Arbetsmetodik.....	4
3.2 Våtsanering.....	5
4 Tidigare utvärderingar .....	7
5 Metoder för utvärderingen.....	9
5.1 Urval av saneringsobjekt.....	9
5.2 Mätstrategi och mätmetoder.....	10
6 Resultat.....	10
6.1 Fiberhalter vid sanering av porösa asbestmaterial .....	10
6.1.1 Iakttagelser i samband med sanering av porösa asbestmaterial .....	11
6.2 Fiberhalter vid sanering av kompakta material.....	12
6.3 Ekonomi.....	12
6.3.1 Inköp av utrustning och utbildning vid våtsanering.....	12
6.3.2 Tidsåtgång.....	13
6.3.3 Avfall .....	13
6.4 Hygien och skydd vid saneringsarbetet .....	13
6.5 Inkapslingen .....	14
6.6 Samtal med företagare och saneringspersonal.....	14
7 Diskussion .....	15
7.1 Våtsanering eller torrsanering?.....	15
7.1.1 Exponering för asbest.....	15
7.1.2 Begränsningar i våtsaneringsmetoden.....	15
7.2 Kostnader .....	16
7.3 Riskbedömning och användning av skyddsutrustning.....	16
7.3.1 Vad krävs för att andningsskydd ska skydda mot asbest?.....	18
7.4 Om andra åtgärder vid asbestsanering .....	18
7.5 Hur konstateras förekomst av asbest?.....	19
8 Slutsatser.....	19
9 Referenser.....	20
Bilaga 1. Hälsorisker vid asbestexponering .....	22
Bilaga 2. Beskrivning av de sanerade objekten .....	24
Bilaga 3. Mätmetoder .....	38
Bilaga 4. Resultat av mätningar vid våt respektive torr sanering .....	40

# 1 Bakgrund

I Sverige har asbest använts under hela 1900-talet, främst inom byggindustrin, som isoleringsmaterial eller armeringsfibrer. I mitten av 1960-talet nådde importen av obearbetad asbest sitt maximum på 20 000 ton per år. Den ökade kunskapen om riskerna med asbest och strängare lagstiftning fick importen att minska drastiskt. 1994 importerades knappt 400 ton.

Sverige har varit ett föregångsland när det gäller förbud och lagstiftning kring asbest. Asbestförbudet infördes i Sverige 1982. Arbetsmiljöverkets föreskrift Asbest, AFS 2006:1 har nyligen reviderats och kraven för arbete med asbest har skärpts. Den som idag river asbest utan tillstånd får betala en sanktionsavgift på 50 000 kr. Det hygieniska gränsvärdet för asbest är 0,1 fiber/ml. [18].

Detta innebär dock **inte** att arbetsmiljöproblemet g a asbest har eliminerats. Användningen av asbest som bygg- och isoleringsmaterial innebär att asbest finns kvar i byggnader och kommer att vara en hälsorisk under många år framöver vid reparationer, ombyggnader och rivningar. För närvarande söks det tillstånd för cirka 6 000 asbestsaneringar årligen i Sverige. Till detta kommer eventuella andra asbestsaneringar för vilka det inte söks tillstånd.

Exponering för asbest kan ge upphov till sjukdom, decennier efter exponeringen. Fortfarande insjuknar i storleksordningen 100 personer årligen i Sverige i mesotheliom, en sjukdom som enbart anses bero på asbest [10, 11, 12,13]. Eftersom asbestförbudet infördes 1982, har man förväntat sig att antalet fall av mesotheliom ska börja minska. Någon sådan minskning går dock ännu inte att skönja. Asbestrelaterade sjukdomar beskrivs i bilaga 1.

Att antalet mesotheliomfall inte minskar kan bero på att exponeringen för asbest inte är så väl kontrollerad, som de flesta tror. Kanske förekommer fortfarande exponering för asbesthalter över gränsvärdet. Särskilt riskabelt är det om det förekommer exponering för blå asbest (krokidolit). Det har framförts flera möjliga förklaringar till varför antalet fall inte minskar.

- Det förekommer med stor sannolikhet relativt många rivningar av asbest som inte anmäls till Arbetsmiljöverket och där den skyddsutrustning som används är undermålig. Enligt en företrädare för saneringsföretagen kan så mycket som hälften av alla asbestsaneringar vara oanmälda, d v s olagliga [14].
- Andningsskydden vid asbestrivning skyddar inte tillräckligt bra.
- De metoder som används vid asbestsanering sprider onödigt mycket damm och dammhalterna blir så höga att andningsskydden inte ger ett tillräckligt bra skydd.

Denna rapport behandlar en utvärdering av två metoder för asbestsanering, torr- respektive våtsanering. Våtsanering anses ha fördelar, eftersom en vätska binder asbesten, vilken innebär att det dammar mindre och därmed förväntas exponeringen för asbest i arbetsmiljön bli betydligt lägre.

Parallellt med att dessa två saneringsmetoder utvärderats, har dessutom användningen av andningsskydd samt arbetsmetoder studerats. Iakttagelserna diskuteras utförligt i rapportens diskussionsavsnitt. I ett nyligen startat projekt, kommer mätningar att göras för att kontrollera vilket skydd andningsskydden ger när de används. Sannolikt skiljer sig denna verkliga skyddsfaktor från den skyddsfaktor som uppmäts under optimala förhållanden i laboratorium. Rapporten från denna studie beräknas bli klar under 2009.

## 2 Syfte

Syftet med projektet är att jämföra en våt saneringsmetod med torrsanering såsom den utförs i Sverige av välrenommerade företag. Jämförelsen gäller

- exponering,
- möjlighet att tillämpa saneringsmetoden på några typiska svenska saneringsobjekt,
- kostnad och
- eventuella andra iakttagelser av betydelse för användningen av metoderna.

För sanering av byggnader från asbestmaterial som inte kan saneras vått är målsättningen att dokumentera de fiberhalter som förekommer idag. Syftet är att få underlag för rekommendationer om lämpligt andningsskydd.

## 3 Saneringsmetoderna

### 3.1 Arbetsmetodik

Asbest kan saneras både vått och torrt. Våt- och torrsanering utförs med likartad arbetsmetodik, fränsett att vid våtsanering injiceras vätska i asbestmaterial före demontering. Arbetsmiljöverket krav på skydd, inkapsling mm är samma för torr och våt sanering.

Arbetsmomenten vid sanering är följande:

**Etablering, arbetszonen:** Den zon där asbestsaneringen ska utföras skärmas av från övriga utrymmen. Även inne i zonen skyddas ofta ytor som inte ska saneras med plast. Under saneringsarbetet försätts arbetszonen under undertryck genom att en frånluftsfläkt ansluts till inkapslingen. Denna frånluft passerar ett HEPA-filter, innan luften släpps ut utomhus eller i angränsande lokal. Eventuella detaljer som försvårar saneringen demonteras. Vid våtsanering är det extra viktigt att elektriska installationer stängs av alternativt demonteras.

**Etablering, tillträdesvägar:** Mellan saneringszonen och övriga utrymmen placeras en luftsluss som har minst två steg. I steget närmast saneringszonen lämnas alla kläder som förorenats i saneringszonen. I det sista steget kan andningsskyddet tas av. Undertrycket i zonen och hanteringen av arbetskläder ska göra att inga fibrer förs över till slussens sista steg. Vid små saneringar t ex badrum används sällan luftsluss, även om det i lagen står att luftsluss ska användas vid alla rivningar som görs inomhus [2].

**Vätmedel** injiceras för att undvika dammbildning under nästa arbetsmoment. Injicering är ett arbetsmoment som tillkommer vid våtsanering. Nålar är anpassade till porösa asbestmaterial. Nålar finns i olika längder eftersom tjockleken på isoleringen kan variera. Nålar trycks manuellt snett in i isoleringen för att inte lossna. Vätsketrycket är lågt varför risken för att en nål lossnar är liten. Eftersom ett stort antal nålar används är vätskemängden genom varje nål liten. Lossnar en nål är vätskemängden som droppar på golvet liten. Om en nål lossnar är det huvudsakligen ren vätska som sprids. Mängden beror på när den lossnade och hur mycket som skulle tillföras per nål. Uppskattningsvis tillförs i storleksordningen 1 dl – 1 l per nål. När nålar placerades i isolering av sprutad asbest fäste inte alla nålar enbart genom att stickas in i materialet. Några nålar fick fästas

med ventilationstape. Under tiden som injicering pågår kan sanerarna arbeta med andra arbetsuppgifter t ex etablera nästa saneringsområde.

**Sanering:** Sanering kallas arbetsmomentet då asbesten avlägsnas. Arbetet är likartat oberoende på om det sker torrt eller vått. Asbesten lösgöres med lämpliga verktyg beroende på typ av asbestmaterial. Exempel på verktyg är borrhämmare (t ex kakelfix), barkspade (t ex plastmatta), spackelspade, stålborste, skruvmejsel (t ex skruva loss eternitskivor) mm. När materialet lösgöres låter man det falla till golvet eller om så är möjligt direkt i kraftig plastpåse. Material som hamnat på golvet tas upp med spade eller för hand. Vid torrsanering används dammsugare (med hepafilter) för att suga upp de sista resterna. Vid våtsanering torkas de sista resterna upp. Vid våt sanering förekommer sprayning om man träffar på torrt material. Även vid torr sanering kan ibland sprayning förekomma för att minska damm från asbestisoleringens ytor.

För sanering av begränsade ytor som kan kapslas in kan en s k glove bag (plastpåse med handskar) användas. Glove bag används t ex för sanering av en del av ett rör med asbestisolering eller rör tillverkade av asbest. Glove bag placeras runt saneringsobjektet och asbesten avlägsnas och faller ner till påsens botten. I påsen håller man undertryck med hjälp av en dammsugare med hepa filter.

Vid större saneringar kan det löna sig med att transportera ut asbesten direkt från saneringszonen till en stordammsugare som är placerad utanför byggnaden. Ofta kan man riva direkt ner i stordammsugarens sugöppning. Stordammsugare fungerar givetvis bara på isolermaterial som är så lätt och torrt att det efter rivningen kan transporteras ut via slangen utan att fastna.

Saneringen delas ofta in i **grovsanering** där arbetet består i att frigöra asbesten och **finsanering** där ytorna görs helt rena från asbest och all asbest förpackas.

Ibland förekommer ett moment vid torrsanering som kallas **låsnig** och ibland **säkring**. Det är svårt att helt avlägsna de sista asbestfibrerna, särskilt från plastfolien som används för att kapsla in saneringszonen. För att inte fibrerna skall lossna när plasten rivs kan lim användas för att "låsa" fast dammet.

Vid våtsanering är plasten mindre dammig än om saneringen skett torrt. Vid våtsanering torkas alla ytorna som sista moment före rivningen. Samma vätska används vid rengöringen som vid injicering.

Slutligen sker **avetableringen**. Plasten för inkapsling och slussar rivs förpackas som asbesthaltigt avfall tillsammans med engångskläder. Eventuellt tidigare demonterade detaljer mm återställs och saneringsutrustning och avfall avlägsnas.

## 3.2 Våtsanering

Vid våtsanering väts asbesten med en speciell vätska, som skall förhindra eller åtminstone minska antalet asbestfibrer, från att spridas till luften och därmed blir exponeringen för asbest betydligt lägre.

Den våta saneringsmetod som har testats och utvärderats bygger på multiinjicering. Denna metod används inte i Sverige men är vanlig internationellt. Metoden har utvecklats av Asbestostrip Innovations, som är ett brittiskt företag som funnits i drygt 20 år. De tillverkar och säljer saneringsutrustning till flera länder i både Europa och övriga delar av världen.

Systemet består av en basenhet där vatten och asbestostrip-vätskan blandas. Basenheten ansluts med slang till en vattenkran. Ingen elektricitet behövs. Det krävs 2-3 bars tryck för att systemet ska fungera, de allra flesta vattenkranar i Sverige har tillräckligt tryck. Från basenheten leds sedan blandningen genom en slang till en styrenhet. Till styrenheten kan flera nålssystem kopplas. Nålsystemet består av slangar med cirka fem nipplar på varje. Slangarna kopplas ihop till längre system. På varje nippel fästs en nål, så att flödet i varje nål kan ställas in för att passa objektet som ska saneras. Det finns flera sorters nålar som passar till olika typer av asbestisoleringar. Till varje basenhet kan 1200 nålar anslutas. Till systemet finns flera tillbehör bl a ett spraymunstycke som användes vid flera tillfällen under saneringarna.

Sprayning av vätskemedlet på asbestens yta, används då asbestmaterialet är poröst och oförseglat, vid demontering av asbestskivor, vid borttransport av avfall, i kombination med glovebags (handskåsar) och vid förberedelserna vid injektion.

Enligt Asbestostrip tar det ca ½ dag att lära sig hur systemet fungerar. Med mer erfarenhet blir det sedan lättare att bedöma hur lång tid olika asbestisoleringar behöver för att bli genomvättad.



Bild 1.



Bild 2.

Bild 1 och 2. Ovan i den röda boxen finns slangar och blandare för att reglera koncentration och flöde. Den ena slangen kopplas till ett vattenutkast och den andra till asbestostrip vätskan. I de blå och grå boxarna ligger nålar samt övrig utrustning.





Bild 3.

**Bild 3.** På bilden till vänster ses en styrenhet till flödet på vätmedlet (inringad) samt en del av den mätutrustning som användes vid försöken.

**Bild 4 och 5.** Nedan ses nålarna som användes för den sprutade isoleringen samt hur det ser ut när allt sitter uppripggat för att väta ett undertak.

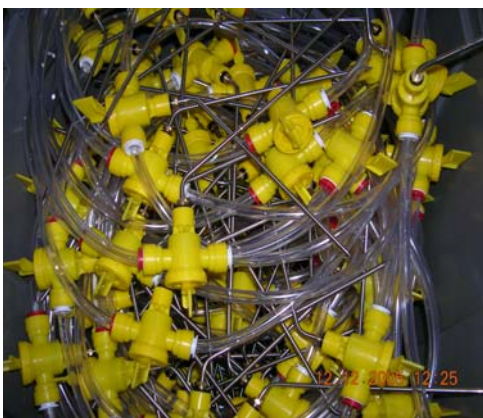


Bild 4.



Bild 5

## 4 Tidigare utvärderingar

I Sverige görs idag så gott som alla saneringar torrt. För några decennier sedan förekom att asbestmaterialet fuktades före sanering. Tyvärr förekom det att alltför mycket vatten tillfördes isoleringen. Överskottsvattnet rann ur isoleringen och in i byggkonstruktionen. Med vattnet följde asbestfibrer. Byggnaderna blev kontaminerade med mycket svåråtkomlig asbest. Samtidigt som det blev för mycket vatten på några ställen i isoleringen blev det för lite vatten på andra. Effekten på halten luftburna respirabla fibrer blev inte tillräcklig. De negativa erfarenheterna gjorde att man i Sverige bestämde sig för att satsa på torrsanering, trots risk för höga fiberhalter innanför den inkapslade arbetszonen. I Europa som kom igång med asbestsaneringar senare än i Sverige bestämde man sig i regel för våt sanering, särskilt för porösa asbestmaterial. Exempel på större länder i Europa länder där saneringen huvudsakligen sker vått är England, Tyskland, Frankrike och Polen.

Utvecklingen av våta metoder fortsatte både i Sverige och i Europa. I Sverige togs en vätska fram som polymeriserade en stund efter injicering och risken för att vatten skulle spridas in i konstruktionen minimerades [3]. Isoleringen efter injicering förblev fuktig men fick en konsistens av mycket mjukt gummi, som lätt kunde avlägsnas med samma verktyg som används vid

torrsanering av lös asbest idag. För att underlätta att rätt mängd injicerades var vätskan kraftigt färgad. Metoden försökte man etablera i slutet av 80-talet och början av 90-talet.

Ett generellt problem med injicering av vätska är det kan vara svårt att dosera rätt vid lodrät isolering som består av mineralull med ett ytlager av asbesthaltig isolering. Detta kunde man klara med den svenska metoden ovan. Injiceringen utfördes med en nål som med täta mellanrum stacks in i isoleringen. Fiberhalterna med metoden blev i saneringszonen mycket låga, se tabell 1. Nackdelen var att vätning av isoleringen genom injicering med en nål blev tidsödande d v s dyrt. För att kunna konkurrera med torrsanering ansökte man om tillstånd att inte kapsla in saneringszonen med hänvisning till de låga fiberhalterna. Dåvarande Arbetskyddsstyrelsen sa nej till detta. Därefter användes metoden främst vid saneringar där det fanns extra stort behov att inte sprida fibrer till omgivande ytor, t ex i kärnkraftverk [4].

Tabell 1. Fiberhalter vid torr- och våtsanering i Sverige enligt en tidigare utvärdering [3, 5, 9]. Både torra och våta saneringen avsåg två objekt varav ett med blå asbest. Mätningarna är gjorda vid sanering av fyra olika fastigheter. Vid flera värden redovisas minsta och högsta värde. Mätningarna före och efter är utförda med utrustningen stationärt placerad.

Saneringsmoment	Torrsanering, f/ml	Våtsanering, f/ml
Innan arbetet påbörjas	<0,01 <0,01	<0,02 <0,02
Etablering	0,39 0,04-1,2	0,08 0,04-0,13
Injicering	- -	0,08 0,01-0,15
Rivning	12 0,38-44	0,06 0,05-0,07
Avetablering	0,15 0,15	Värden ej angivna
Efter avslutat arbete	<0,01 <0,01	<0,02 <0,02

Jämförelser mellan torr och våt sanering har även utförts i andra länder, t ex i en engelsk sammanställning av bland annat mätdata från personburet tagna prover redovisar Burdett G et al [8] England 220 f/ml som medelvärde för torr sanering och 6,9 f/ml för våtsanering.

Den våtmetod som nu testas med engelsk personal med erfarenhet av våtsanering skiljer sig från den tidigare beskrivna svenska metoden genom att man först placerar ett stort antal nålar med ventiler för reglering av vattenflödet. Antalet nålar varierar med ytan på den isolering som skall avlägsnas. Antalet kan variera från några få upp till hundratals. Vätskan är färglös, huvudsakligen vatten med en icke giftig tillsats för bättre vätning av isoleringen. Vätskan tillförs med lågt tryck parallellt genom alla nålarna. Det är viktigt att dosera rätt. För mycket medför risk för dropp eller att isoleringen lossnar. För lite medför att alla isolering inte blivit vätt. Arbetstiden för utplacering och injicering och borttagning av nålarna är mycket kort. Injiceringen tar tid, men då behöver ingen närvara.

## 5 Metoder för utvärderingen

### 5.1 Urval av saneringsobjekt

Utvärdering och jämförelse av torr och våtsanering har gjorts genom att sanera likvärdiga objekt med både den torra och den våta metoden. För att kunna göra dessa utvärderingar, har vi samarbetat med främst tre företag, två svenska och ett brittiskt (Asbestostrip Innovations från England). Erfarna asbestsanerare från det brittiska företaget har rest till Sverige och tagit med sig utrustning för våtsanering. Viss utrustning som används vid både torr och våt sanering har tillhandahållits av ett svenskt företag (Industri och skadesanering AB).

I samråd med en företrädare för saneringsföretag och projektets referensgrupp valdes sex exempel på typiska saneringsarbeten i Sverige.

- ✓ Rivning av porösa material:  
Större industriobjekt med asbestisolering, t ex ugnar i stålverk, sodapannor.
- ✓ Sprutisolering
- ✓ Rörisolering, d.v.s. porös asbest omger röret
- ✓ Rivning av kompakta material:
  - Rivning av material som innehåller asbest som armering av cement
    - Skivor t ex eternit
    - Fix och fogmassor, t ex kakelfix och fogbruk
  - Rivning av material som innehåller asbest som armering av andra material
    - Plastmattor inkl eventuellt asbesthaltigt lim

I praktiken visade det sig vara svårt att göra mätningar vid identiska objekt. Enligt det engelska företaget fungerade deras metod endast på tre av de utvalda objekten, större industriobjekt med isolering, rörisolering och sprutisolering d v s objekt där asbesten var relativt mjuk och porös. På de övriga tre objekten kan man delvis använda den våta metoden genom att spraya på vätskan medan man river. Vätskan kommer dock inte att penetrera de hårda kompakta materialen, d v s rivningen kommer till stor del ske torrt. Enligt vår och det engelska företags bedömning genomfördes därför inga saneringar med den våta metoden vid rivning av kakel, asbestcementskivor och plastmattor.

Ett problem som uppstod under projektets gång var att rörböjar vanligtvis saneras med handpåsar s.k. "glovebags". Vid sanering med glovebags störs verksamheten i lokalen minimalt, vilket innebär besparingar för kunden. Det engelska företaget sanerade ofta rörböjar genom att kapsla in området istället för att använda glovebags. En anledning är att det engelska företaget ofta sanerade tjock isolering som huvudsakligen bestod av asbest. I Sverige har antagligen mineralull använts i större utsträckning med ett tunt asbestskikt företrädesvis i rörböjarna. Massiv rörisolering av asbest är idag extremt ovanligt i Sverige. Inom projektet kunde inget liknande objekt saneras torrt med inkapsling istället för glovebags. Exponeringsnivåer söktes därför i litteraturen.

Under projekttiden har det inte gjorts några saneringar av asbestcementskivor. Även för detta objekt har vi därför sökt exponeringsnivåer i litteraturen.

I bilaga 1 beskrivs de saneringsobjekt där mätningar gjorts mer i detalj.

## 5.2 Mätstrategi och mätmetoder

Den mätstrategi som använts har haft som mål att

- Mäta sanerarens exponering för asbest och damm i olika skeden av saneringen med personburen utrustning
- Mäta asbest- och dammhalten stationärt i saneringszonen, slussen och utanför under samtliga arbetsmoment
- Mäta fiberhalten med ett stationärt placerat direktvisande instrument för att följa variationerna i fiberhalt under saneringsarbetet. Instrumentet placerades normalt i en punkt som hamnade innanför inkapslingen när saneringszonen etablerats.

Exponeringsmätningar och stationära mätningar har utförts

- före sanering,
- vid etableringen av zonen,
- vid grovsanering,
- vid finsanering,
- vid avetablering
- efter sanering.

Denna strategi har av praktiska skäl inte varit möjlig att tillämpa i sin helhet vid samtliga objekt.

För beskrivning av mätmetoderna hänvisas till bilaga 2.

## 6 Resultat

### 6.1 Fiberhalter vid sanering av porösa asbestmaterial

I tabell 2 redovisas endast halterna för de arbetsmoment då exponeringen var högst. I Bilaga 3 redovisas de mätningar som gjorts inom projektet i detalj. Nedan summeras resultaten för sanering av de valda objekten.

Tabell 2. Uppmätta asbestfiberhalter vid arbetsmoment med högst exponering och vid olika saneringsmetoder.

Typ av sanering	Arbetsmoment	Exponering för asbest, fibrer/cm <sup>3</sup>	
		Torr-sanering	Våtsanering
Sanering av större industriobjekt	Grov rivning	5-14	<0,009-0,02
Sprutad asbest	Grov rivning	43-59	1,1-2,5
	Fin rivning	0,4-48	0,6-1,0
Rörböjar	Grov rivning	0,38-45	0,05-0,09
	Fin rivning	0,29-21	0,02 (stationär mätning)
Rörböjar med användning av glovebag	Uppsättning av glovebag	0,02 (Direktvisande instrument, stationärt)	
	Rivning	<0,01 (direktvisande instrument, stationärt)	
	Hela saneringsarbetet	<0,08	

### 6.1.1 Iakttagelser i samband med sanering av porösa asbestmaterial

Porösa produkter med asbest används huvudsakligen som isolering mot värme och buller.

Det är viktigt att all isolering blir blöt, torra fläckar vid rivningen ökar exponeringen avsevärt. Vid rivning av den sprutade asbesten fanns mindre torra fläckar. Dessa åtgärdades i samband med rivningen genom att spraya på vätnedel.

Vid våtsanering av rörböjar träffade de engelska sanerarna på en isolering som under ett ca två mm tunt lager av väv och asbest bestod av kork på vissa sträckor medan andra var isolerade med mineralull. De hade ingen erfarenhet av korkisolering tidigare. De var även ovana vid det mycket tunna asbestskiktet. Testen slutfördes, men det gick inte att placera nålarna i det tunna asbestskiktet utan nålarna placerades innanför så nära isoleringen som möjligt för att fukta isoleringen inifrån. Vatten tillfördes mycket försiktigt med liten mängd och tryck för att förhindra att vattnet rann genom underliggande isolering om den bestod av mineralull. I samband med demonteringen fuktades först isoleringens utsida ytan genom att applicera saneringsvätskan med spraymunstycke och fuktad trasa.

Det var även problem att sanera isoleringen på en industri där indunstningspannors isolering skulle demonteras. Isoleringen bestod ytterst av väv, därefter 3 – 5 cm tjockt asbest armerat med hönsnät och ca 5 mm grov ståltråd. Längst in närmast pannan fanns ett cirka femton cm tjockt mineralullsskikt. Asbestskiktet varierade kraftigt i tjocklek, det fanns också ställen där det kanske bara var cirka en cm tjockt. Isoleringen var så hård att man fick förborra för att få in nålarna. För att inte sprida asbest under borraringen sprejades ytan först med rakskum. Eftersom asbestskiktet varierade i tjocklek kom en del nålar att injicera vätska innanför asbesten. Trots försiktig och långsam vätning rann vätska genom mineralullen till underliggande våning och droppade från isoleringen på undersidan. Mycket kunde fångas i en hink, men inte allt. Vätskan rann ner i en uppsamlingsränna och kunde omhändertas. Rännan var avsedd för uppsamling av spillvätska mm från den tidigare processen och var inte direkt kopplad till avloppet. Även denna hårdare isolering var en nyhet för de engelska isolerarna. När isoleringen blev våt mjuknade den och kunde demonteras manuellt efter att hönsnät och stålstänger klippts av. På det sätt som våtsaneringen av det stora industriobjektet utfördes skattas hela arbetstiden till tre veckor för fyra sanerare. Nu utfördes den torrt på betydligt kortare tid, ca två veckor av fyra personer. En av två anledningar till den snabbare demonteringen var användningen av elektriska verktyg istället för gren- och bulstax. Den största skillnaden var dock att vid torrsaneringen spreds dammet över ett helt plan, inget på planet var inplastat. Plasten separerade bara saneringsområdet från övriga delar av huset. Däremot exponerades golv, väggar, tak och alla föremål i saneringszonen för asbestdamm. Efter grovsaneringen utfördes endast grovstädning av lokalen. Resterande asbest på pannor, rör och lokalytor skulle spolas rena från asbest. Vattnet skulle rinna ner i avloppsrännan, och därifrån pumpas till en tank där asbest- och mineralullsfibrer skulle separeras genom sedimentation. Vid vattenspolning av byggnaden kommer fibrer till en början att virvlas upp och höga fiberhalter erhållas. Tyvärr kunde vi inte vara med och mäta vid renspolningen av byggnaden. Renspolning är inte heller ett normalt förfarande vid asbestsanering. Vi är tveksamma till att renspolning är en effektiv metod för att avlägsna asbestfibrer.

## 6.2 Fiberhalter vid sanering av kompakta material

När asbest används som förstärkningsfibrer, armering, är asbestprodukten relativt kompakt och dammar inte lika mycket vid demontering som asbest i isolerprodukter.

Mätningar har gjorts vid sanering av objekt som innehåller asbest som armering av oorganiska material (främst cement) och organiska material (främst plast). Mätresultatet redovisas i tabell 3. I båda fallen frigörs fibrer vid demontering om än i betydligt mindre mängder än vid sanering av porös asbest. Det frigörs betydligt mer asbestfibrer vid sanering från asbestcementprodukter än med asbest inneslutna i mjukare organiska material t ex termoplast och asfalt. Vanliga produkter är plastmattor, lim, spackel och golvmassor. Observera att det finns plastmattor med undersida av asbest. I den produkten är asbesten inte alls lika bunden som i produkter där asbesten är innesluten i produkten. Asbestundersidan är mer lik de porösa asbestprodukterna än de kompakta produkterna.

Tabell 3. Torrsanering av objekt som har kompakta material som är armerade med asbest. I tabellen redovisas som uppmätta halter vid rivning kakefix som huvudsakligen består av oorganiskt asbestinnehållande material och rivning asbesthaltigt lim och asbesthaltiga plattor under plastmatta som främst består av organiskt material. I tabellen redovisas lägsta och högsta fiberhalt för respektive arbetsmoment. Värdena är uppmätta med personburen utrustning eller stationär utrustning. Den stationära utrustningen kan vara uppsamlande för efterföljande analys eller direktvisande.

Arbete	Asbest som armering av huvudsakligen oorganiska material. f/ml	Asbest som armering av huvudsakligen organiska material. f/ml
Före sanering	-	<0,1
Etablering	0,01-0,06	0,02-0,03
Grovsanering	0,61-2,0	0,01-0,08
Finsanering	0,08-0,35	0,03-0,09
Avetablering	-	<0,3
Efter sanering	0,01	0,01

## 6.3 Ekonomi

### 6.3.1 Inköp av utrustning och utbildning vid våtsanering

Det aggregat som användes i projektet kostar ca 3700 £ (cirka 43 000 SEK). I priset ingår huvudenheten, styrsystemet, spraymunstycket samt 200 nålar. Till aggregatet kan man sedan köpa flera olika tillbehör samt utöka systemet med ytterligare nålar. Till varje aggregat kan man koppla ca 1300 nålar. Asbestostrip-vätskan kan köpas i 25-liters dunkar eller i större behållare för stora saneringar, 25-liter vätska kostar ca 35 £ (cirka 400 SEK) med rabatter beroende på vilka kvantiteter man köper.

Vätskan späds med vatten i olika förhållanden beroende på materialet som ska saneras. Vid de saneringar som gjordes i projektet användes 1 del Asbestostripvätska blandat med 10 delar vatten.

Enligt det engelska företaget tar det ca en halv dag att lära sig hur systemet fungerar. Erfarenhet underlättar bedömningen av vätningstid och hur man på bästa sätt ska sätta nålarna i olika material.

### 6.3.2 Tidsåtgång

Den största kostnaden vid en sanering är normalt arbetstiden. Vid våtsaneringen tillkommer moment med anslutning av våtsaneringsutrustningen till lämpligt tappställe och att placera ut injiceringsnålarna, förinställa ventilerna och koppla ihop systemet. När vattnet är påkopplat kan ventilerna behöva finjusteras. Att väta materialet tar olika lång tid. Eftersom flödet kan regleras kan vätningen göras utan övervakning. Det gäller dock att planera arbetet så att andra arbetsuppgifter kan utföras i väntan på att injiceringen blir klar. Bedömning av tiden för genomvätning baseras på våtsanerarnas erfarenhet från liknande objekt. Eftersom vätskan inte torkar med tiden utan binder asbesten spelar det ingen roll om materialet får stå efter avslutad vätning t ex över natten. Tvärtom minskar risken att torrt material finns kvar, eftersom vätskan under natten kan fortsätta och penetrera eventuella torra partier i isoleringen.

Saneringen av den sprutade isoleringen var identisk vilket gjorde det möjligt att göra jämförelse av arbetstiden för de två saneringarna. Tiden för injiceringen och vätningen tog man igen i kommande arbetsmoment. Grov rivningen och framför allt finsaneringen tog kortare tid med den våta metoden jämfört med den torra. Den totala tidsåtgången var överraskande liten, ca en timme. Eftersom saneringarna var två blev det totalt ca två timmars merkostnad. De extra arbetsuppgifterna vid våtsaneringsutrustningen uppgick till 1,5 timme. Grovsanering gick lika fort i båda fallen. Finsaneringen och städningen gick snabbare vid våtsanering, ca två timmar istället för två och en halv timme. Våtsanering tar något längre tid, eftersom arbetsmoment tillkommer. Dessutom gäller det att planera arbetet så att det finns andra arbetsuppgifter, lunch mm att göra medan vätskan injiceras. Annars blir det spilltid som ökar skillnaden i arbetstid.

För rörböjarna var de engelska saneringarna så ovana vid isolermaterialet att tidsåtgången inte kan anses vara representativ för rörisolering.

### 6.3.3 Avfall

Den våta metoden innebär betydligt tyngre avfall. Hanteringen av säckar blir betydligt tyngre. Att säckarna blir tunga kan innebära ett ergonomiskt problem för den som ska lyfta och hantera säckarna om man inte har bra lyfthjälpmiddel.

Asbestavfallet ska transporteras till speciella deponier som kan ta emot asbest. Tyngre avfall innebär ökade transportkostnader. Dessutom blir det dyrare att lämna in avfallet till deponin eftersom man oftast betalar efter vikt. Kostnaden för asbesthaltigt avfall ligger omkring 1 200-2 500 kr/ton. Kostnaden för deponering kommer således att öka.

## 6.4 Hygien och skydd vid saneringsarbetet

Vid mätningarna utfördes arbete i saneringszonen med särskilda skyddskläder och andningsskydd. Byte av kläder gjordes i flera steg mellan saneringszon och lokal utanför saneringszonen. Dusch fanns inte i någon saneringszon, utan ofta tar man av sig de kontaminerade kläderna i luftslussen och går till närmaste dusch i slutet av dagen för att sedan sätta på sig ordinarie kläder. Under dagtid tar man normalt på sig ordinarie kläder utan duschning. Här hade man samma rutiner både i England och i Sverige.

Vid etablering användes normalt inget skydd. Vid avetablering används till en början andningsskydd. När material som var asbestkontaminerat hade förpackats togs normalt

andningsskyddet av. Ofta användes ett enklare skydd vid avetableringen än i samband med saneringen och eventuell läsning.

Vid sanering ska andningsskydd användas. I föreskrifterna, AFS 2006:1 anges i 44 § [2]. Vid rivningsarbete innanför sådan inneslutning med luftsluss som avses i 41 § första stycket skall andningsskydd som består av tryckluftsapparat med säkerhetsstryck eller annan likvärdig utrustning användas.

Kunskapen om andningsskydd är dålig hos många sanerare. Det är vanligt att man tror att en fläktmatad helmask skyddar lika effektivt som en tryckluftsmask. Vid arbetsplatsbesök inom ett annat projekt som genomförs vid IVL, noterades att en sanerare använde ett filter mot gasformiga kolväten vid fiberarbete. Vi har även sett personer renblåsa filtret till den fläktmatade utrustningen med tryckluft. Renblåsningen kan försämra filtrets avskiljningsgrad.

Vid asbestsanering ska skyddskläder kasseras efter avslutad rivning. I ett parallellt projekt som IVL driver har vi noterat att det förekommer asbestsaneringar där man använt ett färdigrenoverat kök som omklädningsrum för att sätta på sig sina använda och förorenade saneringskläder samt sin fläktmatade helmask. Efter den utförda saneringen gick man tillbaka till köket och tog av saneringskläderna. Det innebär att köket blir förorenat med asbest. Skyddskläderna sprider asbest, sannolikt ofta i miljöer där de som exponeras inte har andningsskydd.

Det asbesthaltiga materialet som skulle rivras var kakel i ett badrum. Rivmassorna lades i en svart plastsäck som förslöts och sedan kastades bland övrigt avfall. Byggarbetsplatsen var ett stort stambyte och på platsen fanns ett flertal yrkesgrupper som arbetade tätt intill varandra. Detta innebär att asbest sprids på ett okontrollerat sätt till flera yrkesgrupper.

Personen som utförde saneringen hade en arbetsledande funktion för rivföretaget. Vid samtal med personen talade han om hur viktigt det är att arbeta korrekt och lagenligt när man kommer i kontakt med asbest. I och med att de var noga med undertrycket och att han bytte kläder samt hade en fläktmatad helmask istället för den halvmask som han använde vid övrig rivning så trodde han att han uppfyllde de krav som lagen ställer vid asbestsanering. Detta inträffade innan den nya asbestföreskriften trätt ikraft. Vi vet inte om företaget förändrat sitt arbetssätt sedan dess.

## 6.5 Inkapslingen

Inkapslingen och undertrycket i saneringszonen ska hindra asbestfibrer från att spridas till omgivningen. Det ska säkerställa att personer inte blir exponerade för asbest utan att veta om det. Inte vid någon av de saneringar som vi studerat har man använt undertrycksmätare för att kontrollera detta. Vid de flesta saneringarna har dock undertrycket varit bra, dock ej vid alla. Vid torrsaneringen av industriisolerings fanns det inget undertryck. Fläktarna som användes för att hålla undertryck i det stora utrymmet hade inte tillräcklig kapacitet i kombination med de otätheter som fanns i inkapslingen.

## 6.6 Samtal med företagare och saneringspersonal

Saneringsföretagare anser att det är svårt att få kunderna att betala för att få asbestsanering korrekt utförd. Man uppskattar att cirka hälften av saneringarna som utförs är illegala saneringar. När ett seriöst företag ska konkurrera med företag som inte följer gällande lagar och regler, blir marknaden



snedvriden och kunderna tycker att de serösa företagen är dyra. Sedan Arbetsmiljöverkets nya föreskrift trätt i kraft tycker man sig se en viss förbättring.

Vid t ex ROT-arbeten upplever man att planeringen ofta är dålig vilket innebär att när saneringen ska göras är det ofta bråttom och det ska gå fort.

Svenska sanerare berättar att visserligen är mycket reglerat i lagtexter, men verkligheten stämmer inte riktigt överens med lagen. Man är medveten om att man bör arbeta på ett visst sätt men tar ändå risker, medvetna eller omedvetna för att få jobbet att flyta. Några av sanerarna säger att det inte är någon mening att be om ett tryckluftsmatad andningsskydd, det kostar för mycket. Det finns också en stor okunskap om andningsskydd, hur väl de skyddar och vad man ska göra för att de ska fungera optimalt. Sanerarna tar på grund av sin övertro till andningsskydden risker som de inte är riktigt medvetna om. Det kan t ex vara så att man inte rakat sig på två dagar men tycker att det känns som om att andningsskyddet ändå sitter åt tillräckligt för att inte förorenad luft ska läcka in.

Sanerarna från England var överraskade över hur asbesthaltigt material fick hanteras utanför saneringszonen. De menade att i England skulle t ex en korridor utanför saneringszonen och hissen där säckar med asbesthaltigt avfall transporteras ha stängts av för obehöriga personer. Men även de berättar om glappet mellan lagstiftning och verklighet.

## 7 Diskussion

### 7.1 Våtsanering eller torrsanering?

#### 7.1.1 Exponering för asbest

Våtsanering ger betydligt lägre exponeringen för asbest än torrsanering vid sanering av större industriobjekt, av sprutad asbest och av rörböjar. Sanering av rör och rörböjar kan också göras torrt både i Sverige och i England med användning av glovebag. Sanering av rör med glovebag innebär att saneraren inte är inne i saneringszonen. Detta medför att exponeringen blir lägre eller maximalt av samma storleksordning som vid våtsanering.

#### 7.1.2 Begränsningar i våtsaneringsmetoden

Det finns tillfällen då den våta metoden inte går att använda. Vid sanering av kompakta asbestmaterial kan man spraya vätmedlet på ytan och på så vis reducera damningen. I andra sammanhang kan metoden inte användas alls. Där det finns elektrisk utrustning som kan ta skada av att komma i kontakt med vatten fungerar inte metoden. Inte heller i heta utrymmen, där man kan få problem med ångbildning som gör det svårt eller omöjligt att arbeta i utrymmet. Det kan också finnas tillfällen då kemikalier i kontakt med vatten kan bilda farliga ämnen som det är olämpligt att arbeta i.

Det har diskuterats om lös asbest tyngs ner av vätskan riskerar att rasa ner. Ingen isolering lossnade och föll ned under projektet. I tidiga försök med våtsanering rann asbesthaltigt vatten in i byggnadskonstruktionen. Sådana problem kan förekomma vid våtsanering av isolering där tunt asbestskikt finns ytterst och mineralull därunder.

I de våtsaneringsfall som studerades var det inga problem med urkoppling av elektricitet och verksamheten i respektive fastighet påverkades inte extra av att saneringen utfördes vått. In- och urkopplingen av vattentillförseln till våtsaneringsutrustningen kunde också utföras utan att vatten behövde stängas av i respektive fastighet.

## 7.2 Kostnader

Det innebär en merkostnad att sanerar vått. Etableras våtsaneringstekniken i Sverige kan man sannolikt hyra våtsaneringsutrustning. Kostnad för våtskan är en relativt liten merkostnad. Kostnaden för utrustningen är således inget tungt vägande skäl för att inte övergå till våtsanering.

Arbetstiden kan vara längre för våtsanering än för torr sanering. Med planering kan den ökade tidsåtgången ofta minimeras till tiden för montering och demontering av injiceringsutrustningen. Överraskande vid våtsaneringen av lokalen med sprutasbest var att vissa övriga arbetsmoment gick så mycket fortare att tidsskillnaden endast var ca en timme.

Industrisaneringen skulle bli betydligt mer kostsam om den sanerades vått, med alla ytor inkapslade och med enbart handverktyg. En grov skattning är att rivningskostnaden hade ökat med ca 30 % men då hade man sedan haft en asbestfri miljö. Dock hade man haft problem med våtmedel som läckt genom isoleringen och hamnat i byggnadens uppsamlingsränna. Vid torrsaneringen användes elverktyg och en stor del av byggnaden kontaminerades eftersom det dels inte var undertryck och dels var alla ytor inte inplastade. Innan byggnaden spolats hade man fortfarande kvar fibrer och troligen även efter spolning eftersom spolningen inte avlägsnar alla asbest. Även i samband med spolningen kan fibrer virvlas upp, d v s risk för asbestexponering i samband med spolningen med vatten. Eftersom spolning inte är ett normalt inslag i torrsanering skall det inte beaktas vid metodjämförelsen. Eftersom halterna är högre vid torrsanering är det av större vikt att det råder undertryck i saneringszonen vid torr än vid våt sanering.

Prissättningen för avfallet är ett problem eftersom man inte vet hur mycket som är vatten och hur mycket som är asbest. Om våtsaneringsmetoden etableras bör prissättningen anpassas även till våt asbest. På deponin innebär den blöta asbesten att risken för spridning av fibrer till omgivningen och att eventuell risk för asbestexponering för de deponianställda minskar.

## 7.3 Riskbedömning och användning av skyddsutrustning

TVå av torrsaneringarna, industriisoleringsen och den sprutade isoleringen, d v s objekten med stora mängder porös asbestisolering gav extremt höga exponeringar. Torrsaneringen av industriisoleringsen gav som högsta personburna halt 14 fibrer/ml. Den halten är troligen kraftigt underskattad. Dammhalt var extremt hög och trots att mättiden var så kort som någon minut blev filtren på gränsen till överbelagda. Det direktvisande instrumentet registrerade som mest en halt på 148 fibrer/ml.

Motsvarande sanering med den våta metoden gav som mest 0,02 fibrer/ml personburet och 0,14 fibrer/ml med det direktvisande instrumentet. Jämförelsen är orättvis eftersom torrsaneringarna arbetade med elektriska verktyg och under mätningen i saneringszonen utfördes endast grovsanering. Någon finsanering skulle inte ske torrt. Skulle våtsaneringarna arbeta med lika effektiva verktyg hade exponeringen under våtsaneringen varit högre. Nu arbetade våtsaneringarna enbart med

manuella verktyg. Med tanke på hur höga fiberhalter som kan bildas när elektriska verktyg används är det tveksamt om dessa skall tillåtas. Skall elektriska verktyg användas bör de vara försedda med integrerade utsug. Med enbart manuella verktyg vid torrsaneringen hade det blivit betydligt dyrare att sanera byggnaden.

Eftersom sanerarna har ansetts vara skyddade av andningsskydden har få mätningar gjorts i saneringszonen. Istället har man fokuserat på att kontrollera att asbestfibrer inte sprids från saneringszonen och fiberhalterna efter utförd sanering. I flera tidigare genomförda kontrollmätningar har visat att fiberhalterna efter sanering kan vara mycket låga om saneringen utförts korrekt [ett exempel på mätning utanför saneringszonen, se ref 6].

Hur skyddade är sanerarna? Sanerarna både vid torr- och våtsanering använde fläktmatade andningsskydd med helmask vilket enligt Arbetsmiljöverkets föreskrifter inte är korrekt. En central fråga är vilket skydd dessa andningsskydd ger. En fläktmatad helmask har i laboriemiljö en skyddsfaktor på 2000. Undersökningar tyder på att andningsskydden i praktiken inte ger ett fullgott skydd [1,7, 15]. Mätningar som utförts i England visar att den reella skyddsfaktorn ligger närmare 40 [15]. De nya uppgifterna om vilken skyddsfaktor som andningsskydden ger innebär att sanerarna trots användning av godkända andningsskydd för asbestarbete kan exponeras för fiberhalter över det hygieniska gränsvärdet vid arbete i saneringszonen. Särskilt allvarlig är exponeringen vid rivning av blå asbest, som är mer hälsofarlig än andra varianter av asbest. Om en mask med skyddsfaktorn är 40 används och halten utanför masken är över 4 f/ml kan exponeringen innanför masken vara över det hygieniska gränsvärdet. Saneringar där halterna överstiger 4 fibrer/ml bör således aldrig utföras utan tryckluftsmatat andningsskydd. I tabell 4 redovisas den beräknade halten innanför masken vid några av de utförda mätningarna vid användning av fläktmatat andningsskydd.

Vid bedömning av halterna, är det viktigt att beakta att gränsvärdet för asbest är ett nivågränsvärde som gäller som medelvärde för en hel arbetsdag. Om saneringsarbetet utförs under del av dag, är det exponeringen i genomsnitt för hela arbetsdagen som ska jämföras med gränsvärdet. Det innebär att mycket kortvariga arbetsmoment med exponering över det nominella gränsvärdet inte nödvändigtvis innebär att gränsvärdet överskridits.

Tabell 4. Beräknad maximal exponering under rivningsmomentet av poröst asbestmaterial med torr och våt metod. Endast maximala och minimala värden har tagits med där båda saneringsmetoderna tillämpats. Enbart värden med från personburen provtagning.

Saneringsmetod	Utanför andningsskyddet, f/ml	Beräknad halt med skyddsfaktor för fläktmatad helmask enligt värde från		
		nominell test, f/ml	Svenska Arbetsmiljöverket, f/ml	Engelska Arbetsmiljöverket, f/ml
Torr rivning	0,3 - 59	0,0001 – 0,03	0,0003 – 0,06	0,08 – 0,2
Våt rivning	0,02 – 2,5	0,00001 – 0,001	0,00002 – 0,002	0,0005 – 0,06
Nivågränsvärde, asbest		0,1 fiber/ml		

Enligt engelska Arbetsmiljöverkets praktiska studier på skyddsfaktorn kan asbestsanerarna som sanerade torrt vara exponerade för värden över 0,1 f/ml under rivningsmomentet.

Enligt det direktvisande instrumentet var det vid några tillfällen betydligt högre fiberhalter, d v s fiberhalten innanför masken kan ha varit ca 0,5 f/ml. Enligt de engelska studierna av andningsskydd kan sanerare i Sverige som sanerar torrt och arbetar med fel skyddsutrustning vara exponerade över det hygieniska gränsvärdet för asbest.

Det kan inte uteslutas att kombinationen av höga halter i saneringszonen och brister i andningsskyddens funktion bidrar till att antalet fall av asbestskador inte minskar i förväntad omfattning. I Europa har asbestsanerare utan annan asbestexponering insjuknat i mesotheliom [20].

Vid sanering av kompakta asbestmaterial är exponeringen betydligt lägre även om saneringen sker torrt. Asbetsexponering kan konstateras, men gränsvärdet överskrids inte. Rivning av asbesthaltigt fogbruk och kakelfix är dock ett undantag, där exponeringarna kan ligga över gränsvärdet.

För det mesta används inte andningsskydd vid etablering och ibland också inte vid avetableringen. Både vid etablering och vid avetablering i byggnader med porös asbestisolering kan ibland mätbara exponering förekomma.

Arbetsmiljöverket ställer följande krav på andningsskyddet om tryckluftmatat inte används:

- Andningsskyddet ska vara personligt utprovat
- Skyddsfaktorn vara minst 2000. Det man då talar om är den reella skyddsfaktorn som andningsskyddet ger vid användning. Många andningsskydd marknadsförs som om att de har en skyddsfaktor på 2000. Det är mycket få andningsskydd som klarar den nivån under arbete.

### **7.3.1 Vad krävs för att andningsskydd ska skydda mot asbest?**

Vid saneringar av porös asbestisolering kan exponeringar över 10 f/ml och t o m upp till kring 100 f/ml förekomma. För att klara dessa nivåer och dessutom bygga in en säkerhetsfaktor bör andningsskyddens faktiska skyddsfaktor vara minst 2000. I praktiken innebär det krav på tryckluftmatat andningsskydd. Med undantag för sanering av byggnader från fogbruk och kakelfix kan arbetet ske med enklare andningsskydd om kriteriet är att skydda mot exponeringar över gränsvärdet. Eftersom asbest är cancerogent rekommenderas ändå en hög skyddsklass.

## **7.4 Om andra åtgärder vid asbestsanering**

I Arbetsmiljöverkets föreskrift om asbest, AFS 2006:1[2], står att vid rivningsarbete med luftsluss skall andningsskydd som består av tryckluftsapparat med säkerhetstryck eller likvärdig utrustning användas. Likvärdig utrustning får användas om arbetet inte är fysiskt tungt och om koncentrationen av asbestfibrer inte är extremt hög. Vad ska då räknas som extremt hög koncentration av asbest? Vi föreslår 4 f/ml med tanke på de engelska erfarenheterna om fläktmatade andningsskydds faktiska skyddsfaktor.

Kravet på luftsluss finns när rivningen sker inomhus och i kommentarerna till paragraferna kan man läsa att luftslussen ska ha 2 eller 3 steg för att förhindra spridning av asbestfibrer till omgivningen. Vår erfarenhet är att luftsluss enbart används vid större saneringar. Luftsluss används sällan vid enklare saneringar så som t ex vid rivning av badrum och kök i samband med stambyten.

Det förekommer ofta Arbetsmiljöverkets regler för hygien och hantering av skyddskläder inte följs fullt ut. Detsamma gäller undertryck i saneringszonen. De anställda är inte alltid medvetna om att man bryter mot föreskriften. De saknar detaljkunskaper om risker och skyddsåtgärder. Uppenbarligen förekommer det att sanerare och arbetsledare, trots utbildning, inte har tillräckliga kunskaper. Sannolikt är det också ett problem att få beställarna att inse vikten av att saneringen blir väl genomförd.

## 7.5 Hur konstateras förekomst av asbest?

Vid t ex ett stambyte i ett lägenhetsområde ska prover tas på material som man misstänker kan innehålla asbest. Hur dessa prover tas och hur man hanterar resultaten från analysen regleras dock inte i Asbestföreskriften, AFS 2006:1 [2].

Ett exempel: om man konstaterar förekomst av asbest i ett badrum kan man tycka att åtminstone hela den trappuppgången borde saneras som om att det fanns asbest i samtliga badrum i lägenheterna. Så fungerar det dock sällan. Istället förekommer det att man sanerar asbest i köket men river badrummet utan asbeståtgärder.

Vi har diskuterat analys av prover för kontroll av asbestförekomst. Flera av dem vi pratat med tvivlar på analysresultaten. Det finns till och med de som skickat en och samma provbit till flera labb och fått motstridiga analysresultat.

Sanerarna har berättat om hur de vid olika tillfällen får ”smyga” in på byggen för att sanera där man efter att ha påbörjat rivningen har upptäckt att det visst var asbest man rev i. Även i media har vi fått höra om byggnadsarbetare som har blivit exponerade för asbest utan att de varit medvetna om att det är asbest man arbetar med förrän senare [16]. Detta ska enligt asbestföreskrifterna inte få förekomma.

Vår slutsats är att metodiken för provtagning och analysen bör styras upp.

Kraven på utbildning och återkommande utbildning i den nya föreskriften kan förhoppningsvis fylla några av de kunskapsbrister som finns.

## 8 Slutsatser

Saneringar av porösa asbesthaltiga material bör i första hand ske genom våtsanering eftersom fiberhalterna i saneringszonen med denna metod reduceras med en faktor i storleksordningen 100. Tyvärr finns det begränsningar där metoden inte är effektiv eller t o m olämplig. I kompakta material penetrerar inte vätskan materialet tillräckligt effektivt för att reducera dammhalten. Genom att spraya ytan vid rivning av kakelfix bedöms dock att en mindre reduktion av fiberhalten erhålls. Vid våtsanering av asbestmaterial med underliggande mineralullslager är det stor risk att vätskan rinner genom mineralullen och ut på ett annat ställe där det kan vara svårt att fånga in läckaget. Om elektriciteten inte kan stängas av eller det finns andra vattenkänsliga material kan givetvis saneringen inte ske vått. Om gipsväggar finns får våtsaneringen ske med stor försiktighet. Det är också viktigt att alla material får tid att torka innan nya lager appliceras. Den asbest som våtsaneras i projektet sätts på betong, stål, mineralull och i mindre omfattning kork och målad gips.

För att asbestsanering ska ske utan risk för exponering över gränsvärdet rekommenderas:

- Sanering av sprutasbest bör ske vått om asbesten finns i ett minst tre cm tjockt skikt och utan underliggande mineralull. Tunnare skikt kan vätas utifrån, eventuellt efter perforering av ytan.
- Vid mindre saneringar är glovebags en teknik som innebär låga exponeringar även om saneringen görs torrt.
- Sanering av större rör och rörböjor mm där glovebags inte kan användas bör ske vått om asbestskiktet är över tre cm och om det inte finns underliggande mineralull eller annat

material som kan leda bort vätskan. Detsamma gäller större rör som inte kan saneras med glovebags.

- Tryckluftsmatade andningsskydd med säkerhetstryck (**inte** fläktmatade andningsskydd) ska som regel användas vid alla saneringar av porös asbest och kakelfix med undantag av glovebags. Vid en mycket liten sanering med tunt asbestskikt i kombination med mycket försiktigt arbete och upprepad befuktning av ytan kan ett enklare fläktmatat andningsskydd med P3-filter vara tillräckligt.
- Vid sanering av porös asbest bör andningsskydd användas även under etablerings- och avetableringsfasen.
- Kostnaden för våtsanering är högre. Hur stor skillnaden är beror på objektet. I vissa fall är skillnaden liten medan den i andra fall uppskattningsvis kan uppgå till ca 30 %. Den ökade kostnaden bör vägas mot den minskade risken för asbestexponering och spridning av fibrer utanför saneringszonen.

Kraven på hur asbestprover ska tas ut vid ROT-arbeten och hur de ska analyseras bör preciseras tydligare i avtal mellan parterna eller i asbestföreskriften.

## 9 Referenser

1. Controlled asbestos stripping techniques, Health & Safety Executive, 1999
2. Asbest, Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS 2006:01, 2006
3. Bengt Christensson, Fiberhalter vid våtsanering av asbestisolerade ytor i två lokaler, Institutet för arbetsmiljöforskning, 1987
4. Mätning av fibrer i luft vid rivning av asbestisolering i Ringhals 2:s reaktorinneslutning med användande av absan våtsaneringsmedel, Företagshälsovården Ringhalsverket, rapport nr 87-04, 1987
5. Christensson, Paulsson, Krantz, Lundgren, Remaeus, Fiberhalter vid sanering av lös asbest i byggnader, Arbetsmiljöinstitutet, undersökningsrapport 1990:2, 1990
6. Waluszewski, Paulsson, Birgit Paulsson, Luftburen asbest i samband med sanering av en kontorsbyggnad. En studie med transmissonselektronmikroskåp, Stadshälsan, Arbetslivsinstitutet, Arbetsmiljöfonden, proj.nr. 86-0312, 1986
7. Yrkesinspektörskommittén Europeiskt erfarenhetsutbyte om asbest: juni-december 2000, doc 12270/02 SV
8. G Burdet, G Revell. Wet Removal of Asbestos. Final Report (Project Report). IR/L/MF/95/08. Health and Safety Executive Research and Laboratory Services division.
9. B Christensson. En sammanställning över mätningar utförda vid Arbetslivsinstitutet
10. Arbetssjukdomar och arbetsolyckor 2000, Arbetsmiljöverket, Statistiska Centralbyrån, 2002
11. Arbetssjukdomar och arbetsolyckor 1999, Arbetsmiljöverket, Statistiska Centralbyrån, 2001
12. Arbetssjukdomar och arbetsolyckor 1998, Arbetsmiljöverket, Statistiska Centralbyrån, 2000
13. Folkhälsan i siffror – Epidemiologiskt Centrum, Socialstyrelsen, <http://www.sos.se/epc/fs/index.htm>
14. Personligt meddelande, Mikael Södergren, Industri & Skadesanering AB

15. Selection of suitable respiratory protective equipment for work with asbestos. Health & Safety Executive, 2003
16. Byggnadsarbetaren, s. 9-11, nr 2, 2006
17. Boken om personlig skyddsutrustning, Arbetskyddsstyrelsen, 1994
18. Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar, Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS 2005:17, 2005
19. A. Karlsson, B. Christensson, A-B. Antonsson, Effektiva åtgärder mot damm på byggarbetsplatser. Etapp 1., Rapport under publicering, Stockholm 2007

Övrig litteratur eller annan information av vikt för rapporten, som saknar hänvisning i texten:

- Europeiska unionens officiella tidning 15.4.2003, Europaparlamentets och rådets direktiv 2003/18/EG av den 27 mars 2003 om ändring av rådets direktiv 83/477/EEG om skydd för arbetstagare mot risker vid exponering för asbest i arbetet.
- Sveriges Riksdag, Ministerrådspromemoria 2001/2002:34
- S. Krantz, Asbestos exposure during dry and wet removal, 6<sup>th</sup> International Colloquium on Dust Measurement Technique & Strategy, AIA Asbestos International Association, Jersey 1989
- Personligt meddelande och informationsmaterial, Graham Gwilliam, Asbestostrip Innovations UK LTD

## Bilaga 1. Hälsorisker vid asbestexponering

### 1 Asbetsrelaterade sjukdomar

Vid arbete med asbest och asbesthaltigt material bildas damm som innehåller nål- eller trådformiga asbestfibrer. Asbestfibrerna kan spjälkas på längden och bilda mycket tunna fibrer s.k. fibriller. Asbestfibrerna kan ge upphov till fyra sjukdomar,

- pleuraplack,
- lungcancer,
- mesotheliom och
- asbestos.

**Pleuraplack** är skivliknande förtjockningar i lungsäcken som kan ses vid lungröntgen. Det bildas av mycket tunna respirabla fibrer som efter inandning vandrar genom kroppens organ och fastnar på ytan av det inre lungsäcksbladet. Vid andningsrörelserna rör sig sedan det inre lungsäcksbladet mot det yttre och fibrerna kan då ge upphov till lungsäcksutgjutningar eller ärrbildning i det yttre bladet.

Det finns en betydligt ökad risk för **lungcancer** vid exponering för asbestfibrer. I regel tar det mer än 20 år mellan exponering och tecken på sjukdom. Rökning i kombination med asbestexponering mångdubblar risken för lungcancer.

**Mesotheliom** i lungsäck och bukhinna är en elakartad tumörform som endast förekommer i samband med exponering för asbest. Trots att mesotheliom är en sällsynt sjukdom i Sverige så dör årligen ett hundratal personer i sjukdomen.

**Asbestos** är en sjukdom som ger en nedsättning av lungfunktionen och andningssvårigheter p g a ökning av lungornas bindvävshalt. Sjukdomen kan uppträda flera år efter det att exponeringen för asbest har upphört. Ofta krävs en längre tids exponering och en relativt hög halt av asbestdamm. Idag förekommer inga fall av asbestos i Sverige.

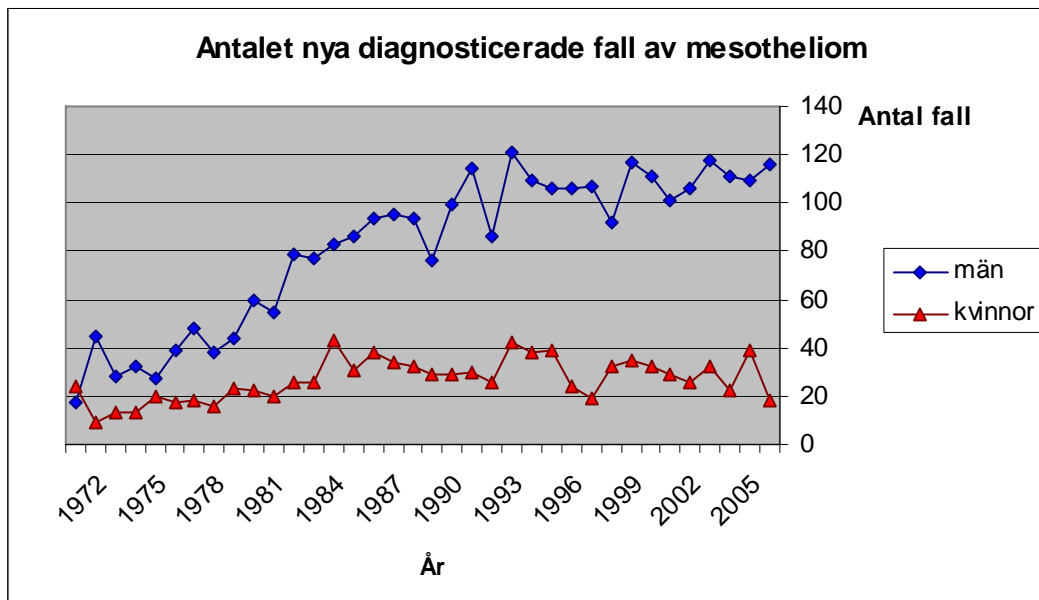
### 2 Statistik över mesotheliom

Det har gått cirka 30 år sedan larmrapporterna om hur farligt arbete med asbest är och ca 20 år sedan nyanvändning av asbest förbjöds. Antalet anmälningar av sjukdomsfall har dock inte minskat. Statistik från Arbetsmiljöverket visar att 1999 och 2000 anmälde 87 respektive 66 personer arbetsskada orsakad av asbest. År 2001 var siffran uppe i 123 personer. [10, 11, 12] Därefter har grunderna för statistiken förändrats, varför det inte längre är lika enkelt att få fram dessa uppgifter.

Vid tolkningen av ISAs statistik är det viktigt att beakta att det endast handlar om anmälda fall, utan dokumenterad medicinsk diagnos. Dessutom kan man bara anmäla arbetsskada om man arbetar eller är arbetslös. En arbetsskada som uppträder efter pensionering kan inte anmälas. Med tanke på att det tar lång tid innan asbestrelaterade sjukdomar upptäcks, är det sannolikt ett stort antal sjukdomsfall som upptäcks först efter pensionering.



I Socialstyrelsens cancerstatistik finns uppgifter om det årliga antalet diagnoser av mesotheliom alt. elakartat synovialom, se figur 1. Mesotheliom är en elakartad form av cancer med hög dödlighet. Asbest anses vara den enda orsaken till mesotheliom.



Figur 1. Antalet nya diagnostiserade fall av mesotheliom alt. elakartat synovialom mellan 1970 och 2005, fördelat på män och kvinnor. [13]

Som framgår av figur 1, har antalet diagnostiserade fall av mesotheliom ökat sedan 1970. Detta är tvärt emot den förväntade utvecklingen, att vi borde börja skönja en minskning av det årliga antalet nya diagnoser. Uppgifterna i figur 1 bör dock tolkas med försiktighet, eftersom någon närmare granskning av statistiken inte gjorts. Av de 134 nya fall som diagnostiserades 2005, gällde 89 fall personer som var 65 år eller äldre. 45 fall gällde personer som var yngre än 60 år.

I tabell 1 redovisas antalet dödsfall i mesotheliom mellan åren 1997 och 2004.

Tabell 1. Antalet diagnostiserade dödsfall pga. mesotheliom mellan 1997 och 2004, fördelat på totala antalet personer och personer yngre än 65år. [13]

År	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Antal dödsfall	118	117	116	130	119	139	111	123
Antal dödsfall bland personer yngre än 65 år	31	40	41	40	41	32	28	35

## Bilaga 2. Beskrivning av de sanerade objekten

För tre av objekten, kakel, matttrivning och eternitskivor var den våta metoden inget alternativ eftersom injiceringen inte fungerar på hård asbest. I de hårda kompakta asbestmaterialen är det är svårt att sätta in nålarna och vätskan sprids dessutom dåligt i materialet. Avsikten var ändå mäta fiberhalterna i saneringszonen, men enbart vid torrsanering i syfte att bestämma exponeringen i saneringszonen.

Vid saneringen av ett större industriobjekt var förutsättningarna något olika för det svenska och det engelska företaget. Byggnaden som sanerades var en stor lokal med flera våningar. Vätsaneringen gjordes på en liten del av en indunstningspanna. Det svenska företaget skulle torrsanera hela byggnaden och arbetade därför våning för våning neråt i byggnaden. Torrsaneringen av industriisolerings utfördes av ett annat svenskt företag än de övriga torrsaneringarna.

Vid saneringen av sprutasbest var förhållandena för metodjämförelse ideala. Vätsaneringen och torrsaneringen kunde utföras på identiska objekt, vilket underlättar jämförelsen.

### Större industriobjekt

Saneringar av större industriobjekt är inte längre vanligt förekommande i Sverige, men de saneringar som görs är ofta både stora och i många fall komplicerade. Byggnaderna som ska saneras är ofta på industrier som är nedlagda. Objekten kan vara i mycket dåligt skick med risk för ras eller innebära andra problem med luftföroreningar från tidigare användning.

Det industriobjekt som sanerades inom detta projekt var en lokal med indunstningspannor på ett pappersbruk. Produktionen i lokalen hade avslutats för drygt ett år sedan. Utöver pannorna (fem stycken) så fanns även rör och ledningar isolerade med asbest. Det fanns fyra våningsplan i lokalen: Golvytan i den del av byggnaden som var aktuell vid sanering skattas till ca 250 m<sup>2</sup>/våningsplan. Takhöjden varierade mellan planen från ca 3 till över 6 m. Golven på våningsplan 1, 2 och 3 var av galler, bottenvåningen och övre planet hade golv i betong. Indunstningspannorna var drygt 2 meter i diameter och i storleksordningen 10 meter höga. Isoleringens ytskikt var ca 5 cm amosit som var relativt hård. Tjockleken varierade mellan ca 2 cm och ca 7 cm. Innanför amositlagret fanns ett 15 cm tjockt lager av mineralull. I isoleringen fanns flera lager av hönsnät och dessutom stålstänger som var 5 mm tjocka.



Bild 10. Bilden är tagen på översta våningen och visar en av de sanerade induktionspannorna.



Bild 11. Isoleringen bestod ytterst av 3-5 cm amosit. Innanför asbesten fanns ett ca 10-15 cm tjockt mineralullsskikt samt hönsnät och stålstänger.

### Våtsanering av industriisolering

Våtsaneringen utfördes under en vecka i november 2006. För att arbetet skulle hinna slutföras sanerades endast en mindre del av en panna och ett rör på våning ett. Den sanerade ytan var ca 2 m<sup>2</sup>.

Vid etableringen användes board-skivor för att täcka gallergolvet samt träreglar, häftklamrer, silvertejp och plast för inkapslingen av saneringszonen. Undertrycket i zonen hölls av en fläkt på 4000 m<sup>3</sup>/h. Asbestostrip-aggregatet och dunkarna med Asbestostrip-vätskan placerades på bottenvåningen och sedan drogs slangen upp genom gallergolvet till våningen ovanför. Eftersom ytan på isoleringen var hård var man tvungen att borra hål i isoleringen som nålarna sedan kunde stickas in i. Innan man borrade i isoleringen sprutade man på klickar med skum (i det här fallet vanligt rakskum) för att hindra fibrer från att frigöras i luften. Därefter kunde nålarna stickas in i isoleringen, ca 200 nålar användes på den 2 m<sup>2</sup> stora ytan. Flödet i varje nål reglerades så att det endast droppade från nålen. Efter ca 4-5 timmar stängdes vatten och asbestostrip-vätskan av. Vätskan fick sedan sprida sig i isoleringen tills dagen efter då rivningen påbörjades. Vid rivningen användes bulstax för de tjockare stålstångerna och en större modell av sekator för att klippa isoleringen och hönsnätet. Rivningen tog 3 timmar. Träffade man på torra fläckar av isolering så sprayade man dessa. Under rivningen lades isoleringen direkt ner i säckar som förslöts vilket underlättade städningen efter att rivningen var klar. Säckarna bars ner till bottenplanet där en container för asbestavfall senare skulle placeras.

Ett problem var avvägningen av hur mycket vätska som behövdes för att undvika torra fläckar i isoleringen. Tjockleken på asbestlagret varierade, det innebar att spetsen där vätsket sprutas ut, på några nålar hamnade ända inne i mineralullen. En del av främst den vätska som injicerades i mineralullen rann i mineralullen nedåt längs pannan och droppade från pannans botten. Den del av isoleringen som revs var ordentligt genomvätt och inga torra fläckar upptäcktes. Läckande vätska skattas till mindre än tio liter. En stor del av vätskan droppade ner i en hink, men en del hamnade även vid sidan om hinken. Det går därför inte att exakt bedöma hur mycket vätska som hamnade i golvets spillvattenränna.

De engelska sanerarna hade ingen tidigare erfarenhet av denna isolering med något hårdare yta.



Bild 12. I mitten av bilden ses den panna saneringen utfördes på.



Bild 13. På bilden ses det direktvisande instrumentet och fläkten som håller undertryck i zonen.



Bild 14. Innan man borrar i isoleringen har man sprayat på rakskum.



Bild 15 Systemet med nålar när de injicerats.



Bild 16. Styrenheten för flödet i nålarna



Bild 17. Rivning av isolering. Personen i bakgrunden sprayar om man stöter på torra fläckar.





Bild 18. Visst spill på golvet, främst från spraymunstycket.



Bild 19. Det mesta av isoleringen lades direkt i avfallspåser men en del hamnade på golvet.



Bild 20. Städning efter slutförd sanering.



Bild 21. Den sanerade ytan kapslades in efter slutförd sanering eftersom all isolering inte revs under mätningen.

### Torransering av industriisolering

Torranseringen utfördes i december 2006. Hela byggnaden skulle rivas men företaget som mätningarna utfördes på hade bara ansvar för asbestsaneringen. Vid saneringen startade man med det övre planet och arbetade sig neråt. Då mätningen utfördes pågick rivning på plan fyra. Slussen var i anslutning till en trappa på plan tre. Samtidigt på plan ett pågick etablering. Den zon som etablerades inkluderade plan ett, två och tre, vid etableringen användes träreglar, boardskivor, häftklamrer, silvertejp, plast och enklare presenningar. Två personer arbetade i saneringszonen och en till två personer arbetade med etableringen. Vid rivningen användes tigersåg. Isoleringen revs ner på golvet. Vid städningen skyfflades isolering ner i säckar som förslöts. Avfallscontainern stod på bottenplanet och det fanns ett schakt i enklare presenningsduk ner från våning fem till containern. Eftersom isoleringen innehöll hönsnät och stålstänger upptäckte man snart att säckarna gick sönder när släpptes ner i schaktet. Man övergick därför till att hissa ner säckarna försiktigt.

Saneringszonens storlek var ett problem eftersom den var så stor lyckades man inte hålla undertryck i zonen med två fläktar á 4000 m<sup>3</sup>/h.

Vi hade ingen möjlighet att mäta på alla delar av saneringen eftersom etablering, sanering och städning gick i varandra. Finsanering och städning av hela byggnaden gjordes inte förrän all asbest tagits bort. Vid städningen planerade man att spola inredning, väggar, golv och tak med vatten. Vattnet skulle sedan samlas upp och filtreras.



Bild 22. Etablering av våning.



Bild 23. Fläkt som ska hålla undertryck i zonen.



Bild 24. Inkapslingen och fläktar för undertryck samt mätutrustning.



Bild 25. Avfallet läggs i påsar som hissas ner till botten våningen.



Bild 26. Rivning med tigersåg. Observera dammsprutet från sågen i sågbladets riktning



Bild 27. Fyllning av plastpåse med demonterad asbesthaltig isolering. Dammet reflekterar ljuset från fotoblixten.



Bild 28. Rivmassor som ligger på golvet.



Bild 29. Saneringen av övre delen av pannan klar. Dammet som syns på pannan skall spolas ner. Vattnet skall sedan omhändertas före deponi.

## Sprutad isolering

Den sprutade isoleringen fanns i taket i en kontorsbyggnad och var till för ljudisolering. Största delen av taket var sprutat med asbest men det fanns också ventilationstrummor täckta med gips. Ytan på den sprutade asbesten var målad och under asbesten fanns ett betongtak. Asbestytan var ca 16 m<sup>2</sup> och 5 cm tjock. Kontorsrummen kapslades in var för sig, väggarna och de delar av taket som inte var sprutat med asbest täcktes med plast. Golvet täcktes med plast och byggpapp. Slussen placerades i korridoren utanför kontorsrummet. Undertrycket i saneringszonen hölls av en fläkt med en kapacitet på 4000 m<sup>3</sup>/h, den renade luften blåstes ut utanför byggnaden.



### Våtsanering av sprutad asbest

Saneringen utfördes i december 2005. Asbestostrip-aggregatet och dunkarna med Asbestostip-vätskan placerades i korridoren utanför saneringszonen. Över hundra nålar användes. Innan nålarna trycktes in i isoleringen sprayades ytan med vätskan så att inga fibrer skulle frigöras. Vid några av nålarna släppte isoleringen något och för att undvika att nålen skulle ramla ut satte man silvertejp på isoleringen vid de nålar som man misstänkte kunde falla ut. Flödet i varje nål reglerades. Endast några få droppar av vätskan droppade ner på golvet från nålarna. Flödet i nålarna fick vara på i några timmar. Då hade flera hundra liter asbestostip-vätska och vatten injicerats i taket. Vätskan fick sedan sprida sig i isoleringen till dagen efter då rivningen påbörjades. Vid rivningen användes barkspade, spackelskrapor. Isoleringen fick falla fritt ner på golvet. Några delar hade inte fuktats tillräckligt, dessa delar sprayades under rivningen. Finsaneringen gjordes med mindre spackelskrapor och stålborstar. Rivningen tog knappt 3 timmar. Isoleringen skyfflades sedan upp med spadar och ner i säckar. Säckarna transporteras därefter med en vagn ut på gården där det fanns en container för asbestavfall. Vid städningen torkade man golvet med papperstrasor. Saneringen avslutades med att läsningsvätska sprayades på den sanerade ytan och på plasten som använts för inkapslingen. Därefter revs inkapslingen.



Bild 30. Fläkten för undertryck renar luften och blåser ut den utanför huset.



Bild 31. Saneraren sprayar innan han sätter nålarna.



Bild 32. Silvertejp användes på de nålar som man misstänkte kunde släppa.



Bild 33. På bilden syns att isoleringen har blivit genomvätt.





Bild 34. Nålarna tas ner.



Bild 35. Stötte man på en torr fläck sprayade man isoleringen samtidigt som den revs.



Bild 36. Rivet material på golvet.



Bild 37. Skyfflar upp rivet material.



Bild 38. Avetablering av zonen.



Bild 39. Avfallssäckar, eftersom innehållet är tungt fylls säckarna bara delvis.

### Torrreanering av sprutad asbest

Torrreaneringen utfördes i januari 2006. Kontorsrummet var identiskt med det rum som våtsanerades. Väggar, golv och det tak som inte skulle saneras täcktes med plast. På golvet lades även byggpapp. Slussen placerades i korridoren utanför. Vid rivningen användes barkspade och spackelspadar. Isoleringen fick falla ner till golvet och städades sedan undan med skyffel och sopborste. Finsaneringen gjordes med stålborstar. Vid städningen dammsögs golv, väggar och tak. Sedan sprayades låsningsvätska på den sanerade ytan och på plasten som använts för inkapslingen, innan inkapslingen revs ner.



Bild 40. FAM inkapslad, mäter halter i zonen



Bild 41. Filtermätning i korridoren utanför zonen.



Bild 42. Grovrivning, en person håller dammsugarsslängen när den andra river.



Bild 43. Grovrivning, den ena personen håller upp en avfallssäck för att rivmassorna inte ska falla till golvet.



Bild 44. Finsanering med skrapa och stålborste.



Bild 45. Samlar ihop rivmassorna med sopborste och skyffel.



Bild 46. Dammsugning av den sanerade ytan.



Bild 47. Säckhantering, betydligt mer rivmassor i säckarna jämfört med våtsanering.

## Rörisolering

### Våtsanering av rörisolering

Saneringen utfördes i december 2005. Totalt sanerades 6 stycken böjar i ett ventilationsrum. En mindre yta av ventilationsrummet kapslades in eftersom ventilationen var tvungen att gå medan saneringen gjordes. Endast några millimeter av ytskiktet var av asbest i övrigt var rören isolerade med kork. Denna typ av isolering överraskade engelsmännen eftersom de var vana vid solid asbestisolering kring rör. I Sverige är solid isolering av rör ovanligt och denna typ av isolering där asbest enbart finns i ytskiktet den mest förekommande isoleringen. Normalt är dock att det är mineralull innanför och inte kork. När asbesten monterades var huvudsyftet inte i första hand en god isolering utan att få en snygg yta på rören.

Den våta metoden fungerar inte optimalt på denna typ av isolering eftersom det finns för lite asbest att sätta nålarna i. Den asbestostrip-vätska som hamnar i korken innanför asbestlagret, rinner genom korken och ner på golvet. Asbestskiktet blir därför inte befuktat. Detta hanterades genom att man arbetade sida vid sida, den ena personen sprayade asbestostrip-vätskan med spraymunstycket medan den andra personen rev isoleringen.

Träreolar, plast och silvertejp användes för att kapsla in saneringszonen. För att skapa undertryck i zonen användes en fläkt med kapaciteten ca 500 m<sup>3</sup>/h.





Bild 48. Rörböjar som vätsanerades.

## Torrreanering av rörisolering med glovebags och inkapslat område

### Glovebags

Saneringen utfördes i februari 2007. Saneringen utfördes i ett garage med glovebags-metoden. Garaget var i bruk under saneringen. Rörböjarna skulle saneras eftersom isoleringen på rören skulle bytas. Asbest fanns vid böjar och intill vissa kopplingar. Glovebagen tejpades upp runt röret med silvertejp, i vissa fall kunde flera böjar rymmas i samma glovebag men det var aldrig fler än tre böjar per glovebag. Munstycket från en industridammsugare tejpades fast i ena änden, för att skapa ett undertryck i påsen. Saneraren hade för det mesta en hand i glovebagen och en hand utanför. Isoleringen skars bort med kniv. På vissa böjar användes även stålborste för att få bort det isolering som satt fast på röret. Varje gång som ett verktyg tas ut från påsen rengörs det med borsten på dammsugarmunstycket. När all isolering har tagits bort från röret ser saneraren till att isoleringen hamnar längst ner i påsen. Sedan snurras påsen ihop och tejpas på mitten med den rivna isoleringen i botten. Därefter tas silvertejpen som sitter runt rören försiktigt bort och tillsluter påsen så gott det går. Påsen läggs sedan ner i en gul asbestavfallspåse. Dammsugaren är hela tiden kopplad till glovebagen, den avlägsnas först när påsen har lagts ner i asbestavfallspåsen. Rören dammsögs ej efter avslutad sanering.

Saneraren använde halvmask med P3-filter. Andningsskyddet användes både vid demonteringen av asbestisoleringen och vid uppsättningen av glovebagen. Saneraren var tvungen att stå på stege för att nå upp till böjarna.



Bild 49. Uppsättning av glovebag, mätinstrumenten står precis nedanför saneraren.



Bild 50. Rivning, dammsugarslangen för undertryck är fasttejpad i ena änden av glovebagen.



Bild 51. Provtagningskassetten för den personburna provtagningen syns på bröstet på saneraren.

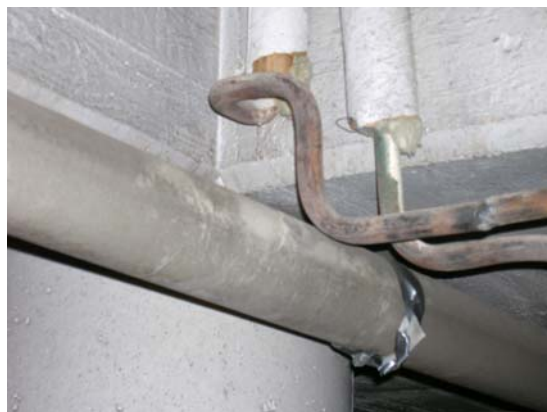


Bild 52. Sanerade rörböjar.

### Inkapslat område

Det var inte möjligt att utföra en mätning vid torrsanering i det utrymme där våtsaneringen gjordes och det dök heller inte upp något annat objekt under projektets gång. Rörböjar saneras vanligen med glovebags eftersom det stör den ordinarie verksamheten minimalt. Exponeringsnivåer vid torrsanering av isolerade rör har därför tagits fram från tidigare mätningar utförda av Bengt Christensson med flera.

### Eternitskivor

Under projektets fick vi inte tag på någon sanering av eternitskivor inomhus. Sanering av eternit utomhus är betydligt vanligare men det är svårt att utföra exponeringsmätningar utomhus. Exponeringsnivåer har därför tagits fram från litteraturen.

### Kakel

Den våta metoden är enligt det engelska företaget inget bra alternativ vid sanering av kakel, med asbest i fix och fog, därför mättes enbart vid torrsanering.

Saneringen utfördes i februari 2006. Två kök i ett hyreshus där stambyte pågick hade vid analys visat sig innehålla asbest. Enligt visuell bedömning av Bengt Christensson och saneraren fanns det bara asbest i det ena köket.

I köket fanns kakel ovanför diskbänken och spisen den totala ytan var ca 1,5 m<sup>2</sup>. Halva köket kapslades in som saneringszon med plast och silvertejp. För att hålla undertryck i zonen användes en fläkt med kapaciteten 4000 m<sup>3</sup>/h. Vid rivningen användes en mejselhammare för att ta ner kakelplattorna. Kakelplattorna lossnade relativt enkelt och mycket av fixet satt kvar på plattan när den lossnade. När alla kakelplattor tagits ner användes en slipmaskin för att slipa bort fixet som satt kvar på väggen. Kakelplattor och övriga rivmassor lades i asbestsäckar för vidare transport till deponi. Vid städningen användes dammsugare och därefter revs inkapslingen. Saneraren använde en helmask med P3-filter.



Bild 53. Etablering av zonen.



Bild 54. Rivning med mejselhammare.



Bild 55. Rivning med kofot.



Bild 56. Slipning.

## Matrivning

Saneringen utfördes i februari 2007. I samband med en stamreovering av lägenheter, böt man ut mattor som var limmade med asbestlim. Golvet bestod av en plastmatta limmad med asbestlim, under plastmattan låg plattor som innehöll asbest, även plattorna var limmade med ett lim som innehöll asbest. När mätningen startade var utrymmet redan inplastat, ventilerat och plastmattan var borttagen. Vid rivningen av plattorna använde man eldrivet mejselspett, barkspade och skyffel. När man tagit bort alla plattor dammsögs utrymmet innan slipningen påbörjades. För att slipa bort limmet användes slipmaskin med diamantklinga. Slipmaskinen kopplades till en industridammsugare. När slipningen var klar dammsögs golvytan. Sedan fick utrymmet ventileras i en dryg timme innan inkapslingen revs. Mätning utfördes även på etableringen av en annan lägenhet. I det utrymmet hade golvlisterna redan tagits bort.

Sanerarna använde fläktmatade andningsskydd och engångsoveraller vid rivningen.



Bild 57. Rivning med mejselhammare.



Bild 58. Slipning med vinkelslip med utsug.

## Bilaga 3. Mätmetoder

### Mätning av sanerarnas exponering

Filtermätningar har utförts både personburet och stationärt.

Filtren analyserades både med avseende på dammhalt och fiberhalt. Bestämningen av dammhalt utfördes för att få ett värde på hur mycket damm som bildades under saneringarna. Dammhalten bestäms genom vägning av provtagningsfiltret före och efter provtagning. Samtliga filterprover vägdes. Därefter gjordes asbestanalyser i faskontrastmikroskåp på de prover som bedömdes ha tillräcklig men inte för stor mängd fibrer på filterytan. I några fall var mängden fibrer för stor trots att provtagningstiden bara var någon minut. För dessa filter är den angivna fiberhalten osäker och kan vara underskattad.

Fiberräkningen med ett faskontrastmikroskåp (FKM, i engelsk litteratur PCOM) innebär att halterna går att jämföra med det hygieniska gränsvärdet för asbestfiberexponering.

Vid analysen av asbestfibrer är det ytterst viktigt att det endast finns ett lager med fibrer på filtret, annars överlappar fibrerna varandra och det blir svårt att räkna antalet fibrer. Att bedöma provtagningstiden för att få en lagom mängd fibrer på filtret är mycket svårt. Extra komplicerat är det vid de mest extrema exponeringarna. Vissa filter har haft en provtagningstid på enstaka minuter men har ändå varit svåra för laboratoriet att räkna. Detta är naturligtvis en komplikation vid bedömningen av resultaten, eftersom gränsvärdet för asbest gäller som medelvärde för en hel arbetsdag.

Vid extremt dammiga moment är exponeringsnivån svår att fastställa. Bedömningen baseras då ofta på övriga prov som är tagna när det är mindre dammig, d v s den totala exponeringen underskattas. Flera av de prover som tagits under projektet har inte kunnat analyseras med full säkerhet på grund av stor dammängd.

Att bestämma provtagningstiden är inte enkelt. Vid misstänkt höga exponeringar togs flera prov med olika provtagningstider för att minimera risken för att inget prov skulle kunna analyseras.



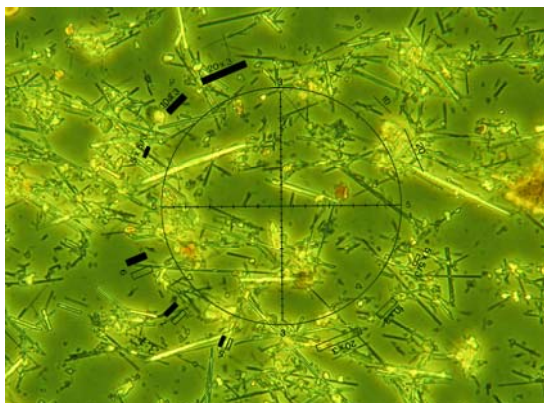


Bild 6. Grovrivning av sprutad asbest med den torra metoden. På filtret överlappar fibrerna varandra och kan således inte räknas.

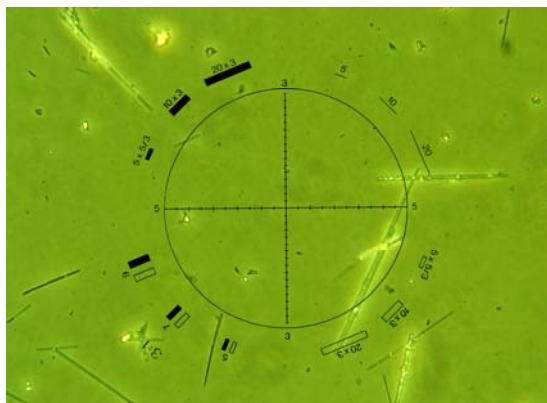


Bild 7. Grovrivning av sprutad asbest med den våta metoden. På detta filter går det att räkna fibrerna och bestämma luftens fiberhalt.

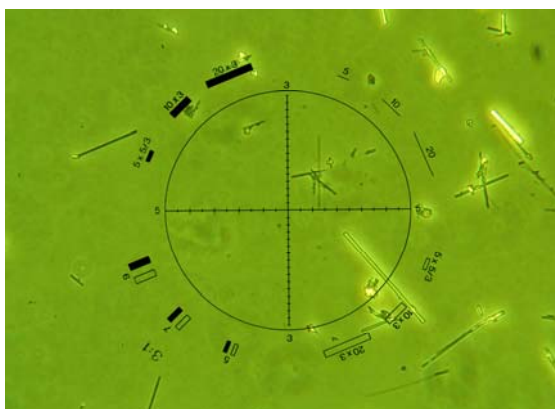


Bild 8. Filter som är provtaget vid dammsugning och säckhantering under torrsanering av sprutad asbest.

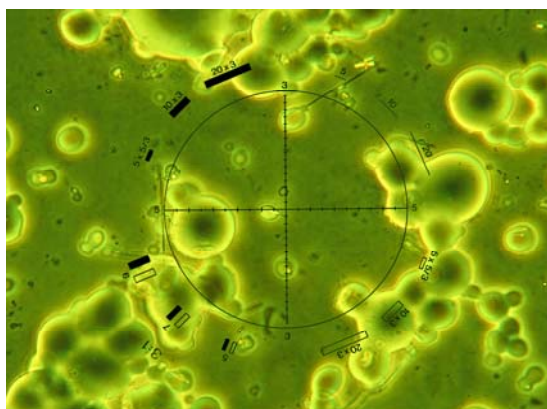


Bild 9. Dropparna som syns på filtret är den vätska som man använder efter saneringen för att "läsa" eventuella kvarvarande fibrer. Man ser på bilden att några fibrer har fastnat i dropparna.

I samband med mikroskoperingen utfördes även en bedömning av andelen asbestfibrer av samtliga fibrer som uppfyllde storlekskriterierna för att räknas.

Samtliga analyser har utförts av Gunnel Sundström och Lennart Lundgren vid Institutionen för tillämpad miljövetenskap vid Stockholms universitet.

## Mätningar med det direktvisande instrument, FAM

Som ett komplement till filtermätningarna har ett direktvisande instrumentet, FAM använts. Instrumentet ger ett medelvärde av fiberhalter för 1, 10 eller 100 minuter. Vid en minuts provtagning är den lägsta detekterbara fiberhalten 0,1 f/cm<sup>3</sup> och för 10 och 100 minuter är lägsta detekterbara halt 0,01 respektive 0,001 f/cm<sup>3</sup>. De fiberhalter som instrumentet anger går inte att jämföra med det hygieniska gränsvärdet eftersom instrumentet är stationärt och inte uppfyller de kriterier som gäller vid fiberräkning. Instrumentet ger dock storleksordningen på fiberhalten i den punkt där instrumentet är placerat.

## Bilaga 4. Resultat av mätningar vid våt respektive torr sanering

### Torr- och våtsanering av större industriobjekt

I tabell 1 redovisas en sammanställning av resultaten från mätningarna vid sanering av industriisolerings. Som beskrivs i Bilaga 1. bestod industriisoleringsen av ett tjockt lager med mineralull och ett ytskikt av asbest. Vid fiberräkningen gjordes en uppskattning av hur stor andel av de räknade fibrerna som var asbestfibrer. I tabellen anges asbesthalten dessutom anges den totala fiberhalten inom parentes.

Tabell 1.

	Fiberhalter personburet f/cm <sup>3</sup> *	Fiberhalter stationärt f/cm <sup>3</sup> *	FAM-värden f/cm <sup>3</sup>	Dammhalter mg/m <sup>3</sup>
Före sanering				
Våtmetod	<0,005 (<0,013)	-	<0,01	0,2
Torrmetod	-	-	-	-
Etablering				
Våtmetod	- 0,006	-	<0,01-0,04	0,11
Torrmetod	(0,11)	-	-	1,2-2,9
Injicering				
Våtmetod	<0,015 (0,02-0,03)	<0,007 (<0,017)	<0,01-0,04	0,06-0,11
Torrmetod	-	-	-	-
Grovrivning				
Våtmetod	<0,009-0,02 (0,03-0,05)	-	0,01-0,14	<0,2-0,78
Torrmetod	5,0-14 (9-20)	-	1,4-5,4	16-148
Finrivning/städning				
Våtmetod	<0,02 (<0,05)	-	0,01	0,17-0,31
Torrmetod	-	-	-	-
Avetablering				
Våtmetod	0 (<0,1)	-	<0,01-0,04	<0,11-0,3
Torrmetod	-	-	-	-
Efter sanering				
Våtmetod	-	-	<0,001	0,23
Torrmetod	-	-	-	-

\*Fiberhalterna inom parentes är den totala fiberhalten d.v.s. asbestfibrer och övriga fibrer. Halten asbestfibrer står utan parentes i tabellen.

## Torr- och våtsanering av sprutad asbest

I tabell 2 redovisas en sammanställning av resultaten från mätningarna vid saneringen av sprutad asbest.

Tabell 2.

	Fiberhalter personburet f/cm <sup>3</sup>	Fiberhalter stationärt f/cm <sup>3</sup>	FAM-värden f/cm <sup>3</sup>	Dammhalter mg/m <sup>3</sup>
Före sanering				
Våtmetod	-	<0,0004	<0,001	0,002
Torrmetod	-	-	0,02	0,03
Etablering				
Våtmetod	0,05	-	0,001	0,07-0,12
Torrmetod	0,05-0,09	-	0,002	0,03-0,13
Injicering				
Våtmetod	0,10-0,14	-	0,001	0,03-0,15
Torrmetod	-	-	-	-
Grovrivning				
Våtmetod	1,1-2,5	-	0,3-1,7	0,04-0,55
Torrmetod	43-59	-	20-104	4,7-16
Finrivning/städning				
Våtmetod	0,6-1,0	-	<0,01	0,04-2,6
Torrmetod	0,4-48	-	0,1-14	0,02-19
Avetablering				
Våtmetod	-	0,01	-	0,04-0,09
Torrmetod	0,06-0,08	-	<0,01-0,04	0,08
Efter sanering				
Våtmetod	-	0,006	-	0,01
Torrmetod	-	0,003	<0,001	0,01

## Torr- och våtsanering av rörböjar

I tabell 3 redovisas en sammanställning av resultaten från våtsaneringen av rörböjar samt exponeringsdata från litteraturen vid torrsanering av ventilationsrör.

Tabell 3.

	Fiberhalter personburet f/cm <sup>3</sup>	Fiberhalter stationärt f/cm <sup>3</sup>	FAM-värden f/cm <sup>3</sup>	Dammhalter mg/m <sup>3</sup>
Före sanering				
Våtmetod	-	<0,0003	0,01	<0,001
*Torrmetod		<0,007		0,02-0,04
Etablering				
Våtmetod	-	0,003-0,008	<0,01	0,03-0,20
*Torrmetod	0,04-1,24	<0,005-0,19		<0,11-0,8
Injicering				
Våtmetod	<0,04	-	<0,01-0,03	0,11
*Torrmetod	-	-	-	-
Grovrivning				
Våtmetod	0,05-0,09	-	0,01-0,05	0,25-1,75
*Torrmetod	0,38-45	0,17-25		0,1-57
Finrivning/städning				
Våtmetod	-	0,02	-	0,12
*Torrmetod	0,29-21	0,03-6,0		0,8-13
Avetablering				
Våtmetod	-	-	-	-
*Torrmetod	0,15	0,04		0,03-0,18
Efter sanering				
Våtmetod		<0,0002		0,01
*Torrmetod	<0,005			0,01-0,03

\* Halterna för torrsanering är hämtade från referens 5. Fiberhalter vid sanering av lös asbest i byggnader

I tabell 4 redovisas resultaten från saneringen av rörböjar med glovebags.

Tabell 4.

	Fiberhalter personburet f/cm <sup>3</sup>	Fiberhalter stationärt f/cm <sup>3</sup>	FAM-värden f/cm <sup>3</sup>	Dammhalter Mg/m <sup>3</sup>
Uppsättning av glovebag				
Torrmetod			0,02	
Rivning				
Torrmetod			<0,01	
Uppsättning och nertagning av glovebag samt rivning				
Torrmetod	<0,08	<0,07	<0,01-0,02	0,3-1,2
Efter sanering				
Torrmetod			<0,01	

## Torrsanering av asbestcement

Under projektiden förekom inga saneringar av asbestcement. Exponeringsdata har därför tagits ur litteraturen [ref 1 och 15].

I tabell 5 har exponeringsnivåer som man kan förvänta sig vid olika arbetsmoment/arbetsmetoder sammanställts.

Tabell 5.

Arbetsmetod eller arbetsmoment	Troliga fiberhalter f/cm <sup>3</sup>
Asbestcement av krysotil	
Borra med utsug	-2
Handsågning med utsug	-1
Maskinsågning med utsug	-1
Maskinsågning utan utsug	-25
Asbestcement av amosit	
Försiktig borttagning av hel eternitskiva	-3
Sönderbrytning av eternitskivor	5-20
Borra med utsug	-1
Borra utan utsug	2-10
Tigersåg utan utsug	5-20
Handsågning utan utsug	5-10

## Torrsanering av kakel

I tabell 6 redovisas en sammanställning av resultaten från torrsaneringen av kakelplattor i ett kök. Asbest fanns i fix och fog. I ett av IVL:s andra projekt [19] har mätningar gjorts vid rivning av badrum vid stambyten. Dessa badrum innehöll inte asbest. Vi gjorde ändå en teoretisk beräkning av vilka asbestnivåer som man troligen skulle få om det hade förekommit asbest i samma omfattning som i dammet vid asbestsaneringen. Asbesthalterna beräknades utifrån dammhalterna. Vid rivningarna hade badrummen kapslats in och man hade luftrenare i dörröppningen eller fläkt i fönstret. Hade det varit asbest i dammet vid dessa rivningar och man inte hade vidtagit ytterligare åtgärder hade asbestexponeringen legat mellan 0,5-12 fibrer/ml. I ett av badrummen skulle asbestfiberhalten ha varit drygt 0,1 fiber/ml en timme efter att arbetet i badrummet hade avslutats. Vid fiberräkningen gjordes en uppskattning av hur stor andel av de räknade fibrerna som var asbestfibrer. I tabellen anges asbesthalten dessutom anges den totala fiberhalten inom parentes.

Tabell 6.

	Fiberhalter personburet f/cm <sup>3</sup> **	Fiberhalter stationärt f/cm <sup>3</sup> **	FAM-värden f/cm <sup>3</sup>	Dammhalter mg/m <sup>3</sup>
Före sanering				
Torrmätod				
Etablering		0,01 (0,05)	0,03-0,06	0,3-0,9
Grovrivning	2 (5)		0,61-0,87	6-35
Finrivning/städning			0,08-0,35	0,35-5
Torrmätod				
Avetablering				
Torrmätod	-	-	-	-
Efter sanering		<0,01 (0,05)	0,01	<0,08
Torrmätod				
Bakgrundhalt*		<0,02 (0,05)		0,8
Torrmätod				

\* Under saneringen pågår även annat rivningsarbete bl a av badrum. Bakgrundsprovet är taget ute i trapphuset på samma våning som asbestsaneringen utfördes.

\*\*Fiberhalterna inom parentes är den totala fiberhalten dvs. asbestfibrer och övriga fibrer. Halten asbestfibrer står utan parentes i tabellen.

## Torrsanering vid rivning av matta

I tabell 7 redovisas en sammanställning av resultaten från torrsanering vid rivningen av en matta med asbest i limmet även plattor som låg under mattan innehöll asbest och de vad limmade med asbestlim.

Tabell 7.

	Fiberhalter personburet f/cm <sup>3</sup>	Fiberhalter stationärt f/cm <sup>3</sup>	FAM-värden f/cm <sup>3</sup>	Dammhalter mg/m <sup>3</sup>
Före sanering				
Torrmotod			<0,1	
Etablering				
Torrmotod	0,02 (0,26)		0,03	1,9
Rivning				
Torrmotod	0,01-0,08 (0,23-0,42)		0,05-0,08	5,8-10
Slipning				
Torrmotod	-0,003 (0,1)		0,05-0,09	3,2-6,3
Avetablering				
Torrmotod	<0,3		<0,1	0,6-4,4
Efter sanering				
Torrmotod		0,004 (0,026)	<0,1	
Sluss				
Torrmotod		0,01 (0,04)		0,8