
Måleprojekt – asbestniveauer ved arbejde der udføres som arbejde med lavt støvniveau

Projektet udført af:

Dansk MiljøAnalyse

Barbara Kolarik
Martin Nerum Olsen
Kristoffer Kampmann
Jane Vaagelund Eriksen
Susanne Celia Rørbye

Projektet udført for:

Arbejdstilsynet

Flemming Ingerslev
Lis Morthorst

Indhold

Forord	4
Sammenfatning og konklusion	5
1. Indledning	8
1.1. Formål.....	8
1.2. Fremgangsmåde	9
2. Udvælgelse af processer og projekter	9
2.1. Overvejelser forud for opstarten af målingerne	9
2.2. Udvælgelse af processer og lokationer samt tilhørende udfordringer	10
3. Generel beskrivelse af metoder til prøvetagning og analyse	11
3.1. Prøvetagning.....	11
3.1.1. Personbåren prøvetagning.....	12
3.1.2. Stationær prøvetagning.....	12
3.1.3. Geltapemålinger	12
3.2. Analysemetoder	13
3.2.1. PCM metode.....	13
3.2.2. SEM metode	13
3.2.3. Støvmålinger med geltapes.....	14
3.2.4. Statistisk vurdering af analyseusikkerhed ved luftmålinger.....	14
4. Resultater	16
4.1. Fjernelse af hele asbestholdige facadeplader	16
4.2. Fjernelse af hele asbestholdige bølgetagplader – 5 projekter	19
4.2.1. Tagprojekt 1.....	21
4.2.2. Tagprojekt 2.....	28
4.2.3. Tagprojekt 3.....	30
4.2.4. Tagprojekt 4.....	32
4.2.5. Tagprojekt 5.....	34
4.2.6. Eksperiment med skånsom håndtering af tagplader	35
4.3. Minkfarme	37
4.4. Forsegling af intakte isoleringsmaterialer på rørinstallationer	47
4.5. Boring i fliser med asbestholdig fliseklæber.....	50
4.6. Kontrol af rengøringsniveauet.....	51
4.6.1. Projekt 1	52
4.6.2. Projekt 2	54

4.6.3.	Projekt 3	55
5.	Vurdering og diskussion af resultater.....	57
5.1.	Anvendelse af data i forhold til DS/EN 689:2018+AC:2019	57
5.1.1.	Fjernelse af hele asbestholdige facadeplader	57
5.1.2.	Fjernelse af hele asbestholdige bølgetagplader.....	57
5.1.3.	Nedrivning af minkfarme.....	58
5.1.4.	Forsegling af intakte isoleringsmaterialer på rørinstallationer	58
5.1.5.	Boring i fliser med asbestholdig fliseklæber	58
5.2.	Usikkerheder og begrænsninger	59
	Referencer	60

Forord

Folketingets partier indgik i maj 2022 en bred politisk aftale om at iværksætte 12 initiativer for at styrke indsatsen mod udsættelse for asbest yderligere. Et af disse initiativer omhandler, at der skal indsamles mere viden om risikoen for udsættelse for asbest ved forskellige typer arbejdsprocesser og beskyttelsesforanstaltninger med henblik på at vurdere, om foranstaltningerne er tilstrækkelige. Den danske grænseværdi for asbest blev skærpet den 1. januar 2022. Den skærpede grænseværdi har rejst tvivl om risikoen for udsættelse for asbest ved arbejdsprocesser, som i dag i praksis udføres som et arbejde med lavt støvniveau, og hvor arbejdet derfor udføres under anvendelse af beskyttelsesforanstaltninger svarende til dette støvniveau. Arbejdstilsynet ønsker at gennemføre arbejdsmiljømålinger på udvalgte repræsentative arbejdssteder, hvor asbestarbejdet i dag i praksis udføres som et arbejde med lavt støvniveau omfattet af asbestbekendtgørelsens §4. Målingerne skal fastlægge niveauerne af asbeststøv i arbejdsområdet ved de pågældende asbestarbejder, og de skal kunne anvendes i vurdering af, om grænseværdierne for asbest er overholdt.

Sammenfatning og konklusion

Det var projektets formål at gennemføre arbejdsmiljømålinger på udvalgte repræsentative arbejdssteder, hvor asbestarbejdet i dag i praksis udføres som et arbejde med lavt støvniveau omfattet af asbestbekendtgørelsens (BEK nr 807 af 15/06/2023) §4. Da asbestbekendtgørelsen ikke lister specifikke processer, der hører ind under §4, kan der opstå forskelle i, hvad der i praksis udføres som et §4-arbejde, og hvad der rent faktisk er et §4-arbejde. Med den forudsætning, er der i dialog mellem opdragsgiver og Dansk MiljøAnalyse udvalgt følgende processer:

- Fjernelse af hele asbestholdige bølgetagplader
- Fjernelse af hele asbestholdige facadeplader
- Forsegling af intakte isoleringsmaterialer på rørinstallationer
- Boring i fliser med asbestholdig fliseklæber

Derudover var der et ønske om at inkludere undersøgelse af rengøringsniveauet efter asbestarbejde, jf. bekendtgørelsens §18 (ikke §4-arbejder) og hermed lade indgå resultater af geltapeprøver og luftprøver.

Der er udtaget forskellige typer prøver i projektet. Medarbejderes eksponering ved udførelse af de udvalgte arbejdsprocesser er undersøgt ved målinger med personbårent måleudstyr. Disse er udtaget i medarbejderes indåndingszone ved brug af batteridrevne pumper og guldcoatede filtre. Analyser er udført med SEM metoden hos en akkrediteret underleverandør. Koncentration af asbestfibre i området er undersøgt ved stationære prøver, hvor luften opsamles på celluloseesterfiltre og analyseres med PCM metode i eget laboratorium. Geltapeprøver er hovedsageligt brugt til kontrol af rengøringsstandarder. Der er udført enkelte geltapeprøvetagninger under de andre processer for at vurdere spredning af asbestholdigt støv. De fleste af de undersøgte processer blev hurtigt vurderet som ret støvende og spredning kunne konstateres visuelt.

Grundet vanskeligheder med at finde egnede arbejdssteder, hvor der var ønske om at medvirke i projektet, blev der udført færre målinger, hvor nogle processer kun indeholder enkelte observationer ("boring i fliser med asbestholdig fliseklæber") eller indeholder et tilstrækkeligt antal observationer, men hvor alle prøver er udtaget på den samme byggesag ("fjernelse af asbestholdige facadeplader" og "forsegling af intakte isoleringsmaterialer på rørinstallationer").

Projektet ikke er gennemført for at kontrollere om reglerne er overholdt under de udførte arbejder, men alene for at indsamle oplysninger om det udførte arbejde, de anvendte beskyttelsesforanstaltninger samt målte koncentrationer. Herunder skal det særligt nævnes at selvom projektet har haft til formål at få foretaget målinger som skal kunne anvendes til kontrol af grænseværdien, så har projektets formål ikke været at kontrollere om den danske grænseværdi på 3000 fibre/m³ er efterlevet. Desuden skal der bemærkes, at en grænseværdi i arbejdsmiljøet ikke er udtryk for et "niveau for tilladt udsættelse". Uanset om en grænseværdi er overholdt, skal en arbejdsgiver altid sørge for, at unødigt påvirkning fra kemiske stoffer og materialer undgås ved udførelse af et arbejde. Det gælder også for asbeststøv. Ifølge asbestbekendtgørelsens § 7, stk. 1, skal et arbejde desuden tilrettelægges og udføres på en sådan måde, at personer på arbejdsstedet og i omgivelserne ikke udsættes for eller kan blive udsat for asbeststøv.

Koncentration af asbestfibre i personbårne prøver og stationære prøver udtaget under fjernelsen af asbestholdige facadeplader, ikke udført i afskærmet område, lå over et niveau svarende til den danske grænseværdi for asbestfibre i arbejdsluften. Fem af de seks personbårne målinger lå over detektionsgrænsen med den målte koncentration af asbestfibre mellem 1150 fibre/m³ og 6109 fibre/m³. To målinger lå viste koncentrationer over et niveau, svarende til grænseværdien for asbestfibre i

arbejdsmiljøet under 8-timers arbejde og en enkelt måling lå over korttidsværdien. Der var dag til dag variation i resultater af stationære prøver, hvor koncentrationer over et niveau svarende til den danske grænseværdi er målt på en vindstille dag, mens lavere koncentrationer er målt på en blæsende dag, som tyder på spredning af forurening til omgivelser.

Der er medtaget fem projekter til undersøgelsen, hvor asbestholdige bølgeeternitplader er fjernet. Metoden til fjernelse af tagplader er vurderet til at være repræsentativ for gængs praksis iht. erfaringer på området og drøftelse med nedrivningsbranchen. I fire af de fem projekter er der bygget lukkede områder med fuld overdækning og med adgang til arbejdsområde igennem tre-kammer sluser. I tagprojekt 4 var der bygget en overdækning, men siderne var ikke tætte op mod tagoverdækningen. Der blev ligeledes skåret vindkryds i afdækningen, så der var passage af vind gennem området. Da fjernelse af asbestholdige bølgetagplader indeholder en række processer, blev projektets fokus begrænset til fjernelse af plader og fjernelse af underliggende isolering samt indpakning af affald, hvilket vurderes til at være de mest støvende processer. De målte koncentrationer i personbårne prøver lå mellem 2641 fibre/m³ og 130322 fibre/m³. Af 45 valide personbårne målinger, lå 44 over et niveau svarende til den danske grænseværdi for asbestfibre i arbejdsmiljøet under 8-timers arbejde og 31 målinger lå over korttidsværdien. Ud af de undersøgte processer, blev de højeste koncentrationer af asbestfibre i luften målt under fjernelse af plader. Koncentrationen af asbestfibre i de fleste stationære prøver lå også over grænseværdiens niveau. Et af de fem projekter var et særligt tilfælde, hvor et omfattende projekteringsarbejde og en tæt dialog mellem rådgiveren og AT skulle sikre, at arbejdet kunne klassificeres som let støvende arbejde. Der var ingen forskel på de målte koncentrationer under dette projekt og de andre undersøgte projekter.

Der er udført et forsøg under en af tagprojekterne, hvor medarbejdere blev bedt om at håndtere pladerne så skånsom som mulig ved at løfte dem forsigtig op. Arbejdet blev udført ved at 3-4 håndværkere bar pladerne ned. Resultater af stationære og personbårne målinger ligger over grænseværdien for 8-timers eksponering og over korttidsværdien.

Der er udtaget en enkelt stationær prøve uden for det lukkede arbejdsområde, som normalt er betragtet at være uden risiko for udsættelse for asbestfibre. Prøven er analyseret med SEM og viser koncentration af asbestfibre som ligger mere end fire gange højere end grænseværdien.

Nedrivning af minkfarme er medtaget i undersøgelsen, som et særligt tilfælde af nedtagning af asbestholdige tagplader. Der er udført målinger på fire minkfarme. De fleste resultater ligger under detektionsgrænsen, i det to af 21 personbårne målinger lå over grænseværdien for koncentration af asbestfibre i luften under 8-timers arbejde og over korttidsværdien. Disse resultater må dog ikke generaliseres, idet prøvetagning er udført i en meget våd periode, hvor vejret vurderes at have en stor betydning for de målte værdier pga. at arbejdet udføres under åben himmel. På trods af lave værdier for luftmålingerne, er der flere steder fundet asbestfibre på overflader af træskelet efter at tagplader er blevet fjernet samt i jordprøver. Der er udført seks målinger på en enkelt arbejdsplads, hvor lodrette rør med asbestholdige isolering først var forseglet og rørene efterfølgende skåret af. Fem af de seks personbårne målinger lå over detektionsgrænsen, med den målte koncentration af asbestfibre mellem 1245 fibre/m³ og 10216 fibre/m³. Fire målinger lå over et niveau svarende til den danske grænseværdi for koncentration af asbestfibre i luften under 8-timers arbejde og samtidig lå de alle over korttidsværdien. På grund af pladsmangel i arbejdsområdet, blev der ikke udført stationære målinger i denne proces.

Der er kun udført en enkelt personbåren prøve og to stationære prøver ved boring i fliser med asbestholdig fliseklæber. Disse målinger skal dog betragtes som worst-case scenarie, hvor mange huller blev udført på

en gang. Resultater af alle tre prøver lå under detektionsgrænsen og betydeligt under grænseværdi for asbestfibre i arbejdsmiljøet.

Der er resultater af geltapeprøver og stationære luftprøver som to metoder for kontrol af rengøringsstandarder efter asbestsanering. Der blev udvalgt tre projekter, hvor det ene indeholdt to uafhængige områder. I et af projekterne blev der fundet to asbestbunder på en enkelt geltapeprøve, som ikke var afspejlet i de målte luftværdier, som alle sammen lå lavt. Omvendt var de målte luftkoncentrationer lidt forhøjede i et andet projekt, dog under grænseværdien for asbestfibre i arbejdsmiljøet, mens der ikke blev fundet asbest i støvet. Der var god sammenhæng mellem resultater af de to prøvetagningsmetoder i de to sidste projekter.

1. Indledning

Asbest er en gruppe af naturligt forekommende fibermaterialer. Asbestbekendtgørelsen definerer asbest som følgende silikater med fiberstruktur: actinolit, asbestgrunerit (amosit), anthophyllit, chrysotil, crocidolit og tremolit [1]. Ifølge WHO, er asbestfibre med en længde $L > 5 \mu\text{m}$, diameter $D < 3 \mu\text{m}$ og størrelsesforholdet $L:D > 3:1$ både farlige ved indånding og indtagelse, hvor eksponering kan forårsage en række sygdomme, fx lunge-, strubehoved og æggestokkræft, lungehindekræft og asbestose.

Spidsforbruget i Danmark fandt sted tidligt i 1970-erne, med en årlig import af 30.000 tons asbest. Asbestimporten begyndte at falde først i forbindelse med asbestforbuddet af isoleringsmaterialer i 1972 og senere kraftigt med næsten-totalforbuddet i 1986 [2]. Den første arbejdsmiljøgrænseværdi for asbest i luften var på $2 \text{ fibre}/\text{cm}^3$ som 8-timers gennemsnit og blev introduceret allerede i 1970'erne. Siden blev den sænket flere gange, først til $1 \text{ fibre}/\text{cm}^3$, så $0,5 \text{ fibre}/\text{cm}^3$, $0,3 \text{ fibre}/\text{cm}^3$ og i 2005 til $0,1 \text{ fibre}/\text{cm}^3$ [2]. I 2022 blev grænsen sænket yderligere og ligger nu på $0,003 \text{ fibre}/\text{cm}^3$. En grænseværdi i arbejdsmiljøet skal ikke forstås som et "niveau for tilladt udsættelse". Uanset om en grænseværdi er overholdt, skal en arbejdsgiver altid sørge for, at unødigt påvirkning fra kemiske stoffer og materialer undgås ved udførelse af et arbejde. Det gælder også for asbeststøv. Ifølge asbestbekendtgørelsens § 7, stk. 1, skal et arbejde desuden tilrettelægges og udføres på en sådan måde, at personer på arbejdsstedet og i omgivelserne ikke udsættes for eller kan blive udsat for asbeststøv.

Nærværende projekt blev udbudt og igangsat under BEK nr. 1792 af 18/12/2015 som i løbet af projektets varighed blev opdateret til nu gældende BEK nr. 807 af 15/06/2023. Der sket ikke ændring i hvordan arbejde med lavt støvniveau er defineret. Arbejde med lavt støvniveau betraget iht. §4 i asbestbekendtgørelsen [1] som arbejde, hvor eksponeringen er sporadisk og af lav intensitet, grænseværdien for asbest i luften i arbejdsområdet klart ikke vil blive overskredet, og arbejdet udføres som:

1. Kortvarige, ikke-kontinuerlige vedligeholdelsesopgaver, hvor der kun arbejdes med asbestmaterialer, der ikke er let smuldrende,
2. fjernelse af ubeskadiget asbestmateriale, uden ødelæggelse heraf, og hvor asbestfibrene er bundet tæt sammen i en matrice,
3. indkapsling af asbestholdigt materiale, som er i god stand, eller.
4. overvågning og kontrol af luften samt indsamling og analyse af prøver for at fastslå, om et givet materiale indeholder asbest.

I praksis anvendes §4 forskelligt, da en del asbestarbejder, der naturligt ikke falder under §4, alligevel udføres som sådan. Dette medfører fx. manglende anmeldelser. Disse arbejder og processer blev diskuteret med Arbejdstilsynet og, når vurderet relevant, medtaget i projektet. Der er således i projektet blevet målt på processer og metoder, der i branchen generelt betragtes som gængs praksis.

1.1. Formål

Det er projektets formål at gennemføre arbejdsmiljømålinger på udvalgte repræsentative arbejdssteder, hvor asbestarbejdet i dag i praksis udføres som et arbejde med lavt støvniveau omfattet af asbestbekendtgørelsens §4. Målingerne udføres akkrediteret i det omfang, det er muligt. Målingerne skal fastlægge medarbejdernes eksponering og niveauerne af asbeststøv i arbejdsområdet og ved de pågældende asbestarbejder, og de skal kunne anvendes i vurdering af, om grænseværdien for asbest er overholdt. Desuden er det projektets formål at undersøge rengøringsstandarder efter asbestarbejder, bl.a. asbestsanering.

Rapporten skal opsummere, hvordan de undersøgte processer ligger i forhold til de kriterier, der indgår i §4, med den brede ramme for tolkning, der er i disse kriterier, fx i forhold til "kortvarige, ikke kontinuerlige vedligeholdelsesopgaver, hvor der kun arbejdes med asbestmaterialer, der ikke er "let smuldrende". Det understreges at rapporten kun skal give et billede af hvordan §4 tolkes i praksis.

1.2. Fremgangsmåde

Der er udvalgt et antal processer og arbejdssteder med asbestarbejde, som er blevet vurderet relevante ift. projektets formål.

Der er på disse processer og arbejdssteder foretaget prøvetagning og analyser iht. en konkret separat vurdering. Der er desuden noteret en række observationer, herunder vejrforhold, afskærmning, forhold i arbejdsområdet og type af udført arbejde i måleperioden. Disse fremgår af resultater senere i rapporten. Der ikke er foretaget systematisk observation af brugen af sikkerhedsforanstaltninger (bl.a. brug af personlige værnemidler). Med baggrund i at der kunne opstå en situation hvor der måles en eksponering over grænseværdien, blev der dog stillet krav fra DMA-side, at medarbejder der udfører arbejdet skal have værnemidler, inkl. turbomasker.

Der udtages prøver af luft i indåndingszone, luft uden om arbejdssted, geltapeprøver af støv på overflader omkring arbejdssted i et repræsentativt udsnit, så forhold senere kan vurderes ift. gældende grænseværdier etc.

Prøver og analyser udføres iht. gældende standarder og retningslinjer.

Udspecificering af antal og omfang kan forefindes senere i denne delrapport.

Der findes ikke tilstrækkeligt med måledata til, at der med præcision, kan fastlægges et baggrundsniveau for asbest i udendørsluften i Danmark. Nærværende projekt omfatter ikke baggrundsmålinger af asbest i udendørsluften, og det gennemføres derfor under Arbejdstilsynets antagelse af, at der ikke er et bidrag fra udeluften.

2. Udvælgelse af processer og projekter

2.1. Overvejelser forud for opstarten af målingerne

I asbestbekendtgørelsen er der ikke anført specifikke processer, der hører ind under §4. Der kan derfor opstå forskelle i, hvad der i praksis udføres som et §4-arbejde, og hvad der rent faktisk er et §4-arbejde. Nogle af disse vil falde ind i en mellemkategori, hvor udfaldet vil bero på en konkret vurdering fra proces til proces. Forhold omkring påvirkninger fra det ydre miljø (vind), fysiske forhold (geometri og tilgængelighed på arbejdssteder/-volumener) og tilstanden af det håndterede materiale skal altid vurderes. Men umiddelbart kan følgende bruttoliste af processer identificeres som processer, der regelmæssigt udføres i praksis som et §4 arbejde.

- Fjernelse af hele asbestholdige bølgetag- eller facadeplader
- Fjernelse af asbestholdig tagpap
- Forsegling af intakte isoleringsmaterialer på rørinstallationer
- Forsegling af overflader der er svært rengørbare, men hvorfra der kan frigives asbestfibre
- Indkapsling af asbestholdige tage med ny tagbelægning
- Boring i materialer med bagved liggende asbestholdige materialer (eksempelvis boring i fliser med asbestholdig fliseklæber)

- Afrensning af asbestholdige tage
- Vedligeholdelse af tage med asbest (blikkenslagerarbejde)
- Rengøring af støv med mulige asbestforekomster (ikke at forveksle med egentlig asbestrengøring efter sanering)
- Kontrol/prøvetagning af asbest

Fælles for processerne er, at de udføres som faldende under et §4-arbejde, og derved anmeldes de ikke, selvom der i praksis kan være risiko for eksponering for asbestfibre.

Der er i dialog mellem opdragsgiver og Dansk MiljøAnalyse udvalgt et udsnit af de tidligere identificerede processer, hvor der skal foretages målinger på. Følgende processer er blevet udvalgt:

- Fjernelse af hele asbestholdige bølgetagplader
- Fjernelse af hele asbestholdige facadeplader
- Forsegling af intakte isoleringsmaterialer på rørinstallationer
- Boring i fliser med asbestholdig fliseklæber
- Derudover måles og vurderes rengøringsstandarder efter asbestarbejde. Der udvælges et antal asbestarbejder (ikke §4-arbejder), hvor rengøringsstandarder efter endt asbestarbejde (fx asbestsanering) kontrolleres ved geltapeprøver og luftmålinger.

Opdragsgiver ønskede, at hovedvægten blev lagt på fjernelse af tagplader. Denne type arbejde udføres almindeligvis som hidrørende under §4, nr. 2 om fjernelse af ubeskadiget asbestmateriale, hvor asbestfibre er bundet tæt sammen i en matrice. Ved fjernelse af tagplader vil der også blive åbnet op til underliggende overflader, hvor drys/støv med asbestfibre fra pladerne ligger. Dette forventes også at bidrage til koncentrationen af asbestfibre i luften.

Ift. forsegling af intakte asbestholdige isoleringsmaterialer på rørinstallationer er der her tale om et arbejde, der i udgangspunktet ikke frigiver asbest. Processen benyttes i vid grad, når der etableres skærepunkter på rør, hvor der laves hul i isoleringsmaterialet et stykke fra, hvor der er asbestindhold (oftest i bøjninger, ved bæringer, reduktioner, t-stykker etc.). Her er antagelsen, at der ikke frigives asbest, da der arbejdes i ikke-asbestholdige materialer, selvom der er fri forbindelse i isoleringen mellem asbestholdig og ikke-asbestholdig isolering. Dette arbejde udføres almindeligvis som hidrørende under §4, nr. 3 om indkapsling af asbestmateriale i god stand.

Ift. boringer i fliser med asbestholdigt klæb er der tale om arbejder, der almindeligvis udføres som hidrørende under §4, nr. 1 om kortvarige vedligeholdelsesopgaver, hvor der er ikke let smuldrende asbestmaterialer. Dette uagtet, at der kan være tale om mange boringer i samme område eller mange gentagelser (eksempelvis ved badeværelsesrenoveringer med mange enheder).

Undersøgelserne er som udgangspunkt udført under "kontrollerede forhold", således at udefrakommende påvirkninger minimeres. Her tænkes på, at målinger udføres under forhold, hvor vind-, vejr, og menneskepåvirkninger er så minimale som mulige, da det er fejlkilder. Der er i forvejen mange usikkerheder ved de ønskede målinger, hvorfor alle andre fejlkilder skal minimeres for at få så validt et resultat som muligt.

2.2. Udvælgelse af processer og lokationer samt tilhørende udfordringer

Som beskrevet ovenfor, blev der sat stor fokus på projekter, hvor der fjernes asbestholdige bølgeeternit tage. Her blev der fundet fire projekter, hvor de involverede aktører var villige til at deltage i undersøgelsen, og som kunne honorere krav om lukkede områder. Under nedrivning af tagplader blev der

målt på forskellige processer, herunder nedtagning af plader, nedtagning af underliggende isolering og nedtagning af lægter. Selv om de to sidste ikke direkte falder under §4, er de ofte uadskillelige processer i nedrivningen af bølgeeternitplader.

Udfordringen ved at finde projekter der egnede sig til at blive målt på, var at disse projekter var oprindeligt udbudt som ikke-støvende asbestarbejder. Målinger kunne så medføre, at denne forudsætning blev ændret med konsekvens for de projekter, der blev målt på. Desuden blev det aftalt i projektet, at der hvor der blev foretaget målinger skulle der være tale om lukkede kontrollerede områder, således at hvis det skulle ske, at der blev målt forhøjede asbestkoncentrationer i luften, så var der ikke også en afledt problematik i, at man havde viden om, at der var spredt asbestfibre til omkringliggende miljø.

Fjernelse af tagplader viste sig at være forbundet med stor støvudvikling (se kapitel 4.2), hvor pladerne blev fjernet ved at glide disse ned af tagfladen fra top mod bund. For at vurdere om denne proces kunne udføres med lav støvudvikling ved at ændre på arbejdsmetodik, blev der opsat et kunstigt scenarie på et af projekterne, hvor medarbejdere blev bedt om at gøre alt hvad de kunne for at håndtere tagplader så skånsomt som muligt. Resultater af dette forsøg præsenteres i kapitel 4.2.6. Der blev desuden målt på et projekt, hvor der forinden var udført omfattende projekteringsarbejde og en tæt dialog mellem rådgiveren og Arbejdstilsynet mht. at arbejdet udføres under betegnelsen lavt støvende arbejde.

Sidst i projektet blev nedrivning af fire minkfarme medtaget, som et særlig tilfælde af fjernelse af asbestholdige bølgeeternitplader.

Der blev kun fundet én af hver af de andre typer projekter, hhv. fjernelse af hele asbestholdige facadeplader, forsegling af intakte isoleringsmaterialer på rørinstallationer og boring i fliser med asbestholdig fliseklæber.

3. Generel beskrivelse af metoder til prøvetagning og analyse

I Bekendtgørelsen om asbest [1], nævner både PCM metoden, som WHO anbefalede i 1997 og SEM eller TEM metoden som egnet til analyse af luftprøver. Der er fordele og ulempe med hver analysemetode, hvor resultater kan variere markant afhængig af, hvilke metode bruges. Nedenfor diskuteres kort baggrunden for udvælgelsen af de forskellige prøvetagning- og analysemetoder.

3.1. Prøvetagning

Personbåren prøvetagning er foretrukket til vurdering af medarbejderes eksponering ved ethvert asbest arbejde. Stationær prøvetagning kan undervurdere eksponeringsrisikoen i situationer, hvor arbejdet med asbestmateriale foregår tæt på medarbejderes indånding zone. I nogle situationer, fx ved kortvarige opgaver, kan der dog være vanskeligheder ved detektionsgrænsen, idet den personbårne prøvetagning udføres ved brug af mindre pumper og derfor også lavere flow.

Stationær prøvetagning kan bl.a. give information om generel eksponering til asbestfibre i forskellige situationer som fx:

- I et projekt hvor asbestarbejde betragtes som asbestarbejde med lavt støvniveau vil der muligvis være andre håndværkere i det område, hvor asbestarbejdet foregår. Disse håndværkere vil muligvis ikke bære masker eller anden form for beskyttelse. I den situation vil resultater af stationær prøvetagning give indikation for eksponering af alle "de andre" håndværkere.

- Fjernelse af asbesttag eller facader – her vil stationære prøvetagninger, som udføres i 4 retninger og med flere forskellige afstande fra processen kunne afklare spredningen til udeluften både i forhold til eksponering af medarbejderne men også i forhold til fx nabobygninger.
- Indendørs asbestarbejde, hvor sanering kun forgår i et område, mens resten af bygningen er i brug. Her kunne stationær prøvetagning uden for området – altså hvor der er ”almindelige medarbejdere” – bruges som kontrol af områdets tæthed. Dette udføres fx i UK.

Desuden vil det være en oplagt prøvetagningsmetode til vurdering af renhedskontrol som supplement til geltapeprøver, der kan være udfordret repræsentativt, hvis de udføres alene.

På baggrund af disse overvejelser er der udvalgt følgende målemetoder:

3.1.1. Personbåren prøvetagning

Eksponering af medarbejdere under udførelsen af asbestarbejde er undersøgt ved brug af personbåren prøvetagning. Prøvetagning af asbestfibre i luften foretages ved opsamling af støv fra luften på guld-coatede filtre vha. SKC luftpumper med et flow på 3-5 l/min. Filtre monteres ved medarbejdernes indåndings zone, mens pumpen monteres på et bælte bagpå, så den forstyrrer arbejdet mindst muligt. Afhængig af eksponeringsscenario udføres opsamling under hele arbejdstiden (6 timer som tilladt ved brug af turbomasker) eller under kortere perioder som fx 2 timer af uafbrudt arbejde. Det sidste blev ofte valgt i forbindelse med tagsager, idet filtrene hurtigt blev tilstoppet pga. kraftig støvudvikling. Den samlede forventede eksponeringstid inklusive timer med nul-eksponering indgår i vurdering af 8-timers gennemsnits koncentration. Som beskrevet i afsnit 3.2.1 analyseres disse prøver ved hjælp af SEM metode.

3.1.2. Stationær prøvetagning

Stationær prøvetagning er udført parallelt med personbåren prøvetagning i de områder, hvor asbestarbejdet udføres og hvor dette var muligt. Disse prøver bruges til sammenligning med resultater af personbårene prøvetagninger, samt til at vurdere eksponering af andre medarbejdere, der kan være til stede, men som udfører en anden type arbejde.

Stationær prøvetagning foretages ved opsamling af støv fra luften på MILLIPORE (0,8 µm) filtre ved et flow på 10-15 l/min og som udgangspunkt analyseres ved PCM metode.

Stationær prøvetagning bruges også som kontrol af asbestrengøring i sanerede områder. Disse målinger udføres efter kunstig ophvirvling af støv ved brug af en løvblæser som ofte anvendes i praksis i Danmark.

Begge typer luftprøver følger i videst muligt omfang DS/EN 689:2018+AC:2019 og geltapeprøver følger ISO 16000-27. Det blev planlagt, at for hver SEG-gruppe (Similar Exposure Groups, SEG) udføres som minimum 6 målinger, som giver mulighed for både den indledende og den statistiske vurdering i forhold til om grænseværdien er overholdt. Dette blev dog kun muligt for nogle SEG grupper (se resultater).

Under hver måling blev der registreret oplysninger om arbejdssted og arbejdsopgaven, arbejdsbetingelser herunder vejrforhold, asbestmaterialets tilstand og anvendte arbejdsmetoder, samt andre forhold som kunne have betydning for resultater.

3.1.3. Geltapemålinger

Geltapemålinger gennemføres hovedsagelig som rengøringskontrol. Prøvetagningen udføres efter ISO 16000-27 princippet. Støvet opsamles på en geltape, som presses med den klæbende side nedad på prøveudtagningsstedet og fjernes derefter forsigtigt. I tilfælde af et tykkere lag af støv, anvendes multiple geltapes. Prøveudtagning udføres gentagne gange på samme sted, indtil alt støv er blevet opsamlet.

3.2. Analysemetoder

Der er udvalgt to metoder til analyser af luftprøver. Alle stationære prøver analyseres med PCM metoden, som er den mest brugte, afprøvede og billige metode. Grundet udfordringen med luftmængden og mulig forurening af prøver med andre fibre og partikler i personbårne prøver, analyseres disse ved hjælp af SEM metode. Fordele og udfordringer for begge metoder er beskrevet i de kommende afsnit.

3.2.1. PCM metode

Ved brug af PCM metoden tælles alle fibre med længde $L > 5 \mu\text{m}$, diameter $D < 3 \mu\text{m}$ og størrelsesforhold $L:D > 3:1$. Metoden er ikke asbest-specifik, dvs. at resultatet også kan indeholde andre fibre, hvis de opfylder størrelses kravet. Desuden kan metoden ikke identificere fibre med $D < 0,2 \mu\text{m}$. Denne metode blev udviklet til kontrol af eksponering hos industrielle asbestarbejdere. Siden, blev grænseværdien sænket flere gange, hvilket udfordrer PCMs metode, idet der skal vurderes betydelig lavere koncentrationer end dem metoden er udviklet til. Samtidig bruges målingerne nu i arbejdsscenerier, hvor eksponering til andre fibre ikke kan udelukkes. Disse ændringer har betydet, at begrænsningerne af PCM-metoden er blevet mere tydelige. På den anden side er PCM en relativ billig metode, standardiseret med mange års erfaring og er anbefalet i flere standarder.

Analyser udføres på eget laboratorium. Fibertællingerne foretages efter DS 2169 [3] og Asbestbekendtgørelsen [1]. Procedurer, som disse ikke dækker, hentes fra NIOSH 7400 [4]. Analysen udføres ved 400 x forstørrelse på et Diaplan lysmikroskop med monteret fasekontrastudstyr.

Fibre bliver talt efter kriterierne i NIOSH 7400 (WHOs tællekriterier). Tælles færre end 10 (+ blindværdi) PCM fibre/100 felter fortsættes op til 200 felter. Blindværdien fratrækkes ved beregning af fiberkoncentrationen, men er ikke fratrukket fibertællertallet anført i resultatskemaet.

Laboratoriet finder pt. i gennemsnit 0 PCM fibre/100 felter ved blind- og "field blind" tællinger. Ved nettofibertællertal under 5 (tællertal – blindværdi) PCM fibre angives resultatet som det beregnede resultat efterfulgt af kommentaren "Resultatet er under den statistiske detektionsgrænse". Ved nettofibertællertal på 5 og derover anføres resultatet samt teoretisk konfidensinterval og detektionsgrænse.

Ved en prøvetagning på 1500 L (12,5 L/min i 2 timer) er detektionsgrænsen 800 fibre/m³. Detektionsgrænsen kan justeres videre med højere flow, længere opsamlingsstid og/eller højere antal felter, der tælles ved analysen.

3.2.2. SEM metode

SEM (Scanning Electron Microscopy) metoden kombineret med EDXA (Energy Dispersive X-ray Analysis) kan både identificere fibre med $D < 0,2 \mu\text{m}$ og skelne mellem asbest og ikke-asbest fibre. Påvisning og identifikation af fibre bliver dog gradvist mere usikker, efterhånden som fiberbredden reduceres til under $0,2 \mu\text{m}$.

Analysen af personbårne luftprøver udføres af akkrediteret underleverandør. Som beskrevet ovenfor, forventes koncentrationerne af personbårne prøvetagninger at være lave, bl.a. som resultat af lavere flow på opsamlingsudstyret. Der kan være store mængder ikke-asbeststøv og snavs ved personbårne prøvetagninger, der dannes under arbejde og opsamles af luftovervågningsfiltret. Dette kan skjule tilstedeværelsen af meget fine asbestfibre og hindre deres påvisning med PCM-metoder. I dette tilfælde kan SEM kombineret med EDXA være anvendelig. SEM metoden identificerer asbestfibre ud fra deres mineralsammensætning. Ved SEM analyse kan prøven forstørres væsentligt mere end ved PCM analyse, og det er således muligt at se og tælle færre og mindre fibre. Hvis der opsamles 480 L luft (2 timer, 4 l/min) vil

detektionsgrænsen være 2300 fiber/m³. For sammenligning vil detektionsgrænsen for PCM-metode her være 2500 fibre/m³. Det er derfor ikke detektionsgrænsen, men kvalitativ vurdering af fibre typen der er afgørende forskel mellem de to metoder.

3.2.3. Støvmålinger med geltapes

Analysemetoden er baseret på NIOSH 9002 og udføres akkrediteret på eget laboratorium. Ved analysen undersøges geltapen først makroskopisk under stereomikroskop, for herigennem at finde synlige fibre eller rester af fiberholdigt materiale som pladestykker eller brunt pulver. På basis af denne evaluering, udtages en eller flere repræsentative prøver til nærmere analyse med polarisations lysmikroskopisk metode (PLM).

Ved PLM analyse karakteriseres tilstedeværende fibre, ud fra deres morfologiske- og krystallografiske egenskaber. Fibrene typebestemmes efterfølgende ved McCrone's dispersionsfarvnings princip. McCrone's dispersionsfarvning anvendes til at identificere de 6 typer af asbest, der er reguleret i Danmark (actinolit, amosit, anthophyllit, chrysotil, crocidolit og tremolit). Identifikationen foregår ved at udtage en fiber eller et fiberbundt og placere det i en passende dispersionsvæske. For anthophyllit, tremolit og actinolit anvendes en dispersionsolie med et refraktionsindeks på 1,605, for amosit 1,680, for crocidolit 1,700 og for chrysotil 1,550.

I mikroskopet, undersøges fiberen ved at justeres polarisatorerne til de er helt krydsede. Hvis fibrene er isotrope (fibre bliver usynlige ved drejning af objektbordet), er der ikke tale om asbestfibre. Glasfibre og mineraluld tilhører denne gruppe. Hvis fibrene derimod tænder og slukker, når objektivet drejtes, er der tale om anisotrope fibre og "angle of extinction" bestemmes. Bortset fra tremolit-actinolit, der har en "angle of extinction" på 10-20 grader, udviser de andre asbestformer parallelle slukningsvinkler, som anført i tabel 1 i NIOSH 9002.

Dernæst bestemmes "sign of elongation". Bortset fra crocidolit udviser alle asbestformer positiv "sign of elongation." "Sign of elongation" bestemmes ud fra sammenligning med en chrysotil fibre, der har positiv "sign of elongation". I mikroskopet bestemmes retningen (NØ-SW) for den blå farveretning.

Til sidst undersøges om dispersionsfarvning passer på fiberen. For chrysotil vil dispersionsfarven ændres fra blå til blå magenta ved ændring af polarisationsretningen i en dispersionsolie på 1,550. Tilsvarende har hver asbesttype et unikt farveskifte i hver sin bestemte dispersionsolie.

Estimering af asbestkoncentrationen bestemmes ud fra en visuel makroskopisk vurdering. Findes 1 bundt fibre på prøven skrives resultatet (+) samt asbesttypen, 2-3 bundter får prøven (++) og ved flere end 3 bundter (+++).

Findes der ikke nogen asbestfibre på geltapen, bliver resultatet (0) og mængden af støv på geltapen graderes. Graderingen går fra en næsten ren geltape – "meget lidt støv" til "lidt støv" til "medium støv" og til sidst "meget støv". Graderingen kan anvendes af slutbrugeren til at vurdere, om der er overensstemmelse mellem prøveområde og prøvemængde på geltapen.

3.2.4. Statistisk vurdering af analyseusikkerhed ved luftmålinger

Analyseusikkerheden på de målte koncentrationer af asbestfibre i luften er udtrykt ved 95% konfidensintervallet. Konfidensintervallet (95%) bliver beregnet efter formlerne i NIOSH 7400:

$$U_{CL} = \frac{2X + 2.25 + [(2.25 + 2X)^2 - 4(1 - 2.25S_r^2)X^2]^{1/2}}{2(1 - 2.25S_r^2)}$$

$$L_{CL} = \frac{2X + 4 - [(4 + 2X)^2 - 4(1 - 4S_r^2)X^2]^{1/2}}{2(1 - 4S_r^2)}$$

hvor U_{CL} er den høje grænse af konfidensintervallet, X er antal fibre talt på prøven, S_r er den subjektive interlaboratoriske relativ standardafvigelse.

Den relativ standardafvigelse beregnes ud fra formlen

$$S_r = (N + 0,4 \cdot N^2)^{1/2} / N$$

hvor N er antal talte fibre.

U_{CL} og L_{CL} indsættes i formelen for fiberkoncentrationen for at finde konfidensintervallet i fibre/m³.

4. Resultater

Dette kapitel viser observationer og resultater for målingerne fordelt efter processer og de konkrete projekter. Alle resultater af luftmålinger med koncentrationer over grænseværdien på 3000 fibre/m³ markeres orange. Ligeledes markeres alle resultater af geltapeprøver hvor der er fundet asbest orange.

4.1. Fjernelse af hele asbestholdige facadeplader

Som beskrevet ovenfor, indgår kun et projekt i undersøgelsen. Som del af projektet blev asbestholdige facadeplader nedtaget fra et rullestillads og pakket i poser. Processen indeholdt desuden fjernelse af underliggende isolering. Arbejdet foregik udendørs uden inddækning /afskærmning til ydre miljø og påvirkning af vejrforhold. Oversigt over arbejdsområdet og processen vises i nedenstående billeder.



Billede 4—1. Oversigt over arbejdsområdet samt placering af stationære målinger.



Billede 4—2. Nedtagning af facadeplader fra et rullestillads.

Målingerne er udført over to dage: onsdag d. 1. marts 2023 og onsdag d. 10. maj 2023, mellem kl. 7:45 og 15. På hver måledag, blev der opsat 3 stationære målinger og udført personbårne målinger på 3 medarbejdere.

Som vist på billedet, blev stationære målinger opsat lige foran og på begge side af stilladset, med ca. 0,5 m afstand fra stilladset. Pumperne blev tændt om morgen, når arbejdet blev påbegyndt og slukket om eftermiddagen, når måleperioden blev afsluttet. Pumperne blev flyttet langs facaden i takt med arbejdet, så afstand fra stilladset var konstant i mest muligt omfang.

Personbåren prøvetagning blev kun udført under arbejdet, dvs. at pumperne blev stoppet under pauser. Pumperne blev monteret på bagsiden af bælte til turbomaske og opsamlingsfiltre blev monteret på dragten i medarbejderes indåndings zone. Før hver pause blev pumperne afleveret til DMA medarbejder, som har sat dem på pause og lukket filterne med et låg.

Nedenfor beskrives målebetingelser og resultater for hver dag.

Dag 1 – onsdag d. 1. marts 2023

Målebetingelser:

- Vejrforhold: Solskinsdag, -2 til +8 °C, vind 1-4 m/s fra nordvest
- Tre stationære målinger fra kl. 7:45 til k. 15
- Tre personbårne målinger. Målingerne er udført med SKC 224-PCMTX8 med et flow på 2 L/min og samlet opsamlingstid på 320-330 min.
- Iflg. medarbejderes oplysninger er der knækket 2 plader i løbet af arbejdsdagen
- Der er udtaget ti geltafes i området efter afsluttende arbejde

Resultater:

Resultater af stationære og personbårne målinger vises i henholdsvis Tabel 1 og Tabel 2. Resultater af geltafeprøver vises i Tabel 3.

Resultater af alle tre stationære prøvetagninger ligger over grænseværdien. De personbårne målinger ligger lavere, med en måling under detektionsgrænsen og to målinger på over 1000 fibre/m³. Der er fundet asbest i fem ud af 10 udtagne geltafeprøver.

Der er fundet Chrysotil fibre i stationære prøver samt i geltafeprøver men ikke i personbårne prøver, hvor der kun er fundet amphibole fibre. Det blev i den forbindelse spekuleret om de mindre pumper med lavere sugekraft kan holde på de store Chrysotil fibre bunde. Hvis ikke dette var tilfælde, ville det resultere i undervurdering af resultater for de personbårne målinger. Derfor blev det besluttet at benytte kraftigere pumper med bedre sugestyrke fremadrettet.

Tabel 1. Resultater af stationære målinger udført ved nedtagning af asbestholdige facadeplader. Måledag 1.

Prøvenavn	Luft volumen (L)/tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær, til venstre fra stillads	5000/435	37/100	2500-4800	500	3500	Filtrene var meget beskidte og der blev ved makroskopisk undersøgelse fjernet og analyseret løst materiale indeholdende mineraluld og Chrysotil.
Stationær, bagved stillads	5000/435	43/100	2900-5500	500	4100	
Stationær, til højre fra stillads	5000/435	39/100	2600-5000	500	3700	

Tabel 2. Resultater af personbårne målinger udført ved nedtagning af asbestholdige facadeplader. Måledag 1.

Prøvenavn	Luft Volumen (L)/ tid (min)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	95% - konfidens-interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 1	561/322	1971	159-4747	1314	<657	1314	14782
Personbåren, medarb. 2	628/322	1761	0-1755	<587	<587	<587	1761
Personbåren, medarb. 3	541/331	2044	422-5973	2044	<681	2044	24185

Tabel 3. Resultater af geltapeprøver udtaget sidst på arbejdsdagen. Måledag 1.

Prøvenavn	Asbestfibre *	Kommentar
Plast på terræn	++	Chrysotil
Støv på skellet bag demonterede plader	+	Chrysotil
Støv på kant af bygningen	+	Chrysotil
Brystningsplade lodret bag isolering	0	Lidt støv
På træværk lodret bag demonteret plader	0	Meget støv
På solafskærmning over vinduer	0	Meget støv
På rullestillads øverste dæk	+++	Chrysotil
På afdækning ved stationær pumpe	+++	Chrysotil
Ovenpå isolering	0	Meget støv
Ovenpå isolering	0	Meget støv

Dag 2 – onsdag d. 10. maj 2023

Målebetingelser:

- Vejrforhold: Solskinsdag, 11 til 18 °C, vind 6-8 m/s fra sydøst
- Tre stationære målinger fra kl. 8:00 til kl. 14:00
- Tre personbårne målinger. Målingerne er udført med SKC pumpe Leland Legacy, 5-15 l/min med et flow på 4-5 L/min og samlet opsamlingsstid på ca. 240 min.
- Iflg. medarbejderes oplysninger er der knækket 2 plader i løbet af arbejdsdagen
- Der er udtaget fem geltape i området efter afsluttende arbejde

Resultater:

Resultater af stationære og personbårne målinger vises i henholdsvis Tabel 4 og Tabel 5. Resultater af geltapeprøver vises i Tabel 6.

Resultater af tre stationære prøvetagninger ligger lavere end på den første måledag. Der var forskel i vindstyrken mellem de to dage, hvor vinden var betydeligt stærkere her end på den første måledag.

Resultater af personbårne prøvetagninger ligger til gengæld højere end på den første måledag. Det var den samme type arbejde udført af de samme tre medarbejdere. Der er fundet Chrysotil i alle personbårne prøver, som tyder klart på en underestimeret måling ved 1. runde pga. utilstrækkeligt sug på pumpene. To ud af tre målinger ligger over grænseværdien.

Der er fundet asbest fibre i to ud af tre geltapeprøver. Begge med indhold af Chrysotil.

Tabel 4. Resultater af stationære målinger udført ved nedtagning af asbestholdige facadeplader. Måledag 2.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær, til venstre fra stillads	5580/360	44/200	1400-2500	200	1900	
Stationær, bagved stillads	5580/360	37/200	1100-2200	200	1600	

Stationær, til højre fra stillads	5580/360	21/200	500-1400	200	900
---	----------	--------	----------	-----	-----

Tabel 5. Resultater af personbårne målinger udført ved nedtagning af asbestholdige facadeplader. Måledag 2.

Prøvenavn	Luft Volumen (L)/tid (min)	Detektions- grænse (fibre/m ³)	95% - konfidens- interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 1	1233/246	863	314-2946	1150	1150	<288	8629
Personbåren, medarb. 2	1161/243	916	3732-9435	6109	4276	1833	17106
Personbåren, medarb. 3	1144/239	930	1702-6101	3410	2480	930	22630

Tabel 6. Resultater af geltapeprøver udtaget sidst på arbejdsdagen. Måledag 2.

Prøvenavn	Asbestfibre *	Kommentar
Grøn metal konstruktion	0	Meget støv
Under stilandsen - folie, gulv	+	Chrysotil
Stilads - underetagen - ikke rengjort	+	Chrysotil
Stilads - ovenpå - rengjort	0	Meget støv
Isolering	0	Meget støv

4.2. Fjernelse af hele asbestholdige bølgetagplader – 5 projekter

Der er medtaget fem projekter til undersøgelsen. Der blev udvalgt projekter hvor arbejdet udføres under "kontrollerede forhold", både mht. til begrænsning af udefrakommende påvirkninger og i forhold til beskyttelse af medarbejdere. I tre af de fem projekter er der bygget lukkede områder med fuld overdækning og med adgang til arbejdsområde igennem tre-kammer sluser (se Billede 4—3 - Billede 4—5). I fjerde projekt var der bygget en overdækning, men siderne var ikke tætte op mod tagoverdækningen. Der blev ligeledes skåret vindkryds i afdækningen så der var passage af vind gennem området. (se Billede 4—6). Det femte projekt var en særlig sag, hvor der forinden var udført omfattende projekteringsarbejde og en tæt dialog med Arbejdstilsynet ift. at have tilgodeset alle forhold omkring arbejdsmiljø herunder også asbest. Fjernelse af hele asbestholdige bølgetagplader indeholder en række underprocesser. Selve fjernelse af plader og fjernelse er underliggende isolering blev vurderet som mest relevante for projektet. Desuden indgår indpakning af materialer ind i målingerne, da dette er en uadskillelig del af arbejdet som gøres parallelt med de to andre. I det tilfælde hvor det var muligt er der målt separat på nedtagning af plader og isolering, mens i andre tilfælde er disse processer inkluderet i en prøvetagning. Denne information fremgår i resultaterne.

Det er gængs praksis at ved fjernelse af tagplader glides disse ned af tagfladen fra top mod bund, hvor de bliver samlet op i bunker og pakket. Dette skyldes at hvis man skal løfte tagplader af og bære dem ned så er de afledte arbejdsmiljømæssige udfordringer så komplekse og forstyrrende at det sjældent er muligt at udføre processen. Eksempelvis vil der være tale om tunge ergonomisk forkeret løft, der vil være nedstyrtningsfare, plader vil knække osv.

Ovenfor omtalte proces er i sig selv støvende, men udover det, så observeredes der meget sedimenteret støv på underliggende overflader (lægter, spær og isolering), som kan frigives ved fx vindpåvirkning eller mekanisk påvirkning (Billede 4—9). Desuden er der mos- og algebegrøning på overflader af tagplader som også løsrives og frigiver de indlejrede asbestfibre (se Billede 4—7 og Billede 4—8).

Samtidig er der det forhold at tagplader fjernes af den årsag at de er gamle, forvitrede og visse steder decideret defekte. Dette betyder at overfladen og kanter er flossede og i sig selv frigiver asbestfibre selvom de håndteres skånsomt. Derfor er det vanskeligt at tale om hele intakte materialer, efter de retningslinjer som er anvendt i rapport fra Teknologisk Institut [5].

Overdækning er bygget over store sektioner, hvor det mindre arbejdsområde dækker en mindre del. Dette betyder at det gamle tag ofte ligger i et rent område før indgangen til arbejdsområdet (Billede 4—10). Der er udtaget en enkelt måling i sådan et rent område for at undersøge om vibrationer i forbindelse med arbejdet ved siden af kan udløse asbestfibre fra taget og overliggende mos/støv. Resultater er vist i kapitel 4.2.2, Tabel 26.



Billede 4—3. Eksempel på fuld overdækning set udefra



Billede 4—4. Eksempel på arbejdsområde med fuld overdækning set fra adgang til trekamret sluse



Billede 4—5. Eksempel på arbejdsområde set indefra



Billede 4—6. Eksempel på arbejdsområde hvor siderne var ikke tætte op mod tagoverdækningen



Billede 4—7. Arbejdsområde efter nedtagning af asbestplader – mos med asbest på gulvet – dette er et generelt gængs billede på alle typer projekter.



Billede 4—8. Arbejdsområde – mos, støv og knækkede plader – dette er et generelt gængs billede på alle typer projekter.



Billede 4—9. Arbejdsområde – meget støv på isolering. Knækkede plader og mos på asbestplader – dette er et generelt gængs billede på alle typer projekter.



Billede 4—10. Udenfor arbejdsområde – det gamle tag med mos.

4.2.1. Tagprojekt 1

Der er udført fem målerunder på dette tagprojekt, på fem forskellige dage. Nedenfor vises resultater separat for hver måledag.

Daq 1 – mandag d. 10. juli 2023

Målebetingelser:

- Vejrforhold: Let regn, 16 til 20 °C, vind 2-6 m/s fra sydøst
- Tre stationære målinger fra kl. 7:30 til k. 12
- Tre personbårne målinger. Målingerne er udført med SKC pumpe Leland Legacy, 5-15 l/min med et flow på 3,5-4 L/min.
- Der er udtaget ti geltapes i området

- Hovedopgave i måleperioden: indpakning af plader og pakning af isolering.

Resultater:

Resultater af stationære og personbårne målinger vises i henholdsvis Tabel 7 og Tabel 8. Resultater af geltapeprøver vises i Tabel 9.

Resultater af alle tre stationære prøvetagninger ligger under grænseværdien. Resultater vurderes dog som usikre pga. mængden af støv opsamlet på filtre. De personbårne målinger ligger betydelig højere, alle tre over grænseværdien. Der er ret stor forskel mellem de tre medarbejdere. Hos den første er der målt højest koncentration af asbestfibre og lavest koncentration af mineraluldsfibre, hvor modsætte forhold er målt hos de to andre. Dette kan tyde på forskellen i typen af opgaver udført under måleperioden, hvor den første medarbejder kunne være mere involveret i indpakning af asbestplader, mens de to andre kunne arbejde mere med isolering.

Der er fundet asbest i 7 ud af 10 udtagne geltapeprøver.

Tabel 7. Resultater af stationære målinger udført ved indpakning af asbestholdige tagplader og isolering i forbindelse med nedrivning af asbestholdige bølgeeternit tag. Tagprojekt 1, måledag 1.

Prøvenavn	Luft volumen (L)/tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær, området	3375/225	5/100	200-1600	700	700	
Stationær, området	3375/225	7/200	400-2000	700	1000	Filtre er dækket af støv og ikke asbest fibre i en grad, der gør analysen upræcis
Stationær, området	3375/225	9/100	600-2400	700	1300	

Tabel 8. Resultater af personbårne målinger udført ved indpakning af asbestholdige tagplader og isolering i forbindelse med nedrivning af asbestholdige bølgeeternit tag. Tagprojekt 1, måledag 1.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	95% - konfidens-interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 1	811/205	1356	19516-33386	25769	25769	<452	12206
Personbåren, medarb. 2	791/217	1391	2545-9123	5099	5099	<464	42643
Personbåren, medarb. 3	755/189	1457	1998-8297	4371	4371	<486	51961

Tabel 9. Resultater af geltapeprøver udtaget i arbejdsområdet. Tagprojekt 1, måledag 1.

Prøvenavn	Asbestfibre *	Kommentar
Lægte	++	Chrysotil
Stillads	+	Chrysotil
Plastik, dæk	+++	Chrysotil
Overside, plastik, tag	0	Medium støv

Spær	0	Meget støv
Plast ved sluse	0	Lidt støv
Overside, spær, nedre række tv for vindue (tagside modsat sluse)	++	Chrysotil
På tagpap til højre for vindue (tagside modsat sluse)	++	Chrysotil
Spær, midt på tag (tagside modsat sluse)	++	Chrysotil
Inddækning ved vindue (tagside modsat sluse)	+++	Chrysotil

Dag 2 – tirsdag d. 11. juli 2023

Målebetingelser:

- Vejrforhold: Solskinsdag, 15-20°C, vind 1-4 m/s fra sydvest og sydøst
- To stationære målinger fra kl. 8 til kl. 10
- Tre personbårne målinger. Målingerne er udført med SKC pumpe Leland Legacy, 5-15 l/min med et flow på 3,5-5 l/min.
- Hovedopgave i måleperioden: indpakning af plader og flytning af affald.

Resultater:

Resultater af stationære og personbårne målinger vises i henholdsvis Tabel 10 og Tabel 11.

Pumperne til de stationære prøver blev desværre slukket for strøm på et ukendt tidspunkt under målingen. Resultater vurderes derfor som ugyldige.

Resultater af de personbårne målinger er i overensstemmelse med resultater fra måledag 1. Der er igen tydeligt forskel mellem medarbejder 1 og de to andre, både i forhold til koncentration af asbestfibre og mineraluldsfibre. Alle tre værdier ligger dog over grænseværdien.

Tabel 10. Resultater af stationære målinger udført ved indpakning af plader og flytning af affald i forbindelse med nedrivning af asbestholdige bølgeeternit tag. Tagprojekt 1, måledag 2.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektionsgrænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær, området	1500/125	4/200	-	800	600 ^a	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær, området	1500/125	5/200	300-1800	800	800 ^a	

^aStrømmen til pumpen gik på et ukendt tidspunkt under måling. Ugyldigt resultat.

Tabel 11. Resultater af personbårne målinger udført ved indpakning af plader og flytning af affald i forbindelse med nedrivning af asbestholdige bølgeeternit tag. Tagprojekt 1, måledag 2.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektionsgrænse (fibre/m ³)	95% - konfidens-interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 1	756/199	1455	2325-8919	4850	4850	<485	40738
Personbåren, medarb. 2	1118/216	984	19345-30830	24596	24596	<328	3935

Personbåren, medarb. 3	856/219	1285	13693-25300	18846	18846	<428	2998
------------------------	---------	------	-------------	-------	-------	------	------

Dag 3 – tirsdag d. 18. juli 2023

Målebetingelser:

- Vejrforhold: Solskinsdag, 14 til 20 °C, vind 4-10 m/s fra vest
- To stationære målinger fra kl. 13:20 til k. 15:50
- To personbårne målinger. Målingerne er udført med SKC pumpe Leland Legacy, 5-15 l/min med et flow på 3,5-4,5 L/min.
- Hovedopgave i måleperioden: fjernelse af asbestplader

Resultater:

Resultater af stationære og personbårne målinger vises i henholdsvis Tabel 12 og Tabel 13.

Disse målinger er udtaget under selve fjernelsen af plader. Koncentrationen af asbestfibre i luften er meget høj, både i personbårne og i stationære målinger. På trods af store usikkerheder i analysen af stationære prøver er der ret god sammenhæng mellem de to prøvetagningsmetoder.

Tabel 12. Resultater af stationære målinger udført ved nedtagning af asbestholdige tagplader. Tagprojekt 1, måledag 3.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær, området	1875/150	>150/100	25400-53800	1300	>37700	Filtre er så fyldt med asbest fibre og støv, at det ikke vurderes muligt at fortage en mere præcis tælling. Der er udtaget store bundter fibre til NIOSH 9002 analyse denne bekræfter fibre er Chrysotil
Stationær, området	1875/150	>150/100	25800-54700	1300	>38300	

Tabel 13. Resultater af personbårne målinger udført ved nedtagning af asbestholdige tagplader. Tagprojekt 1, måledag 3.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	95% - konfidens-interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 1	321/72	2467	61727-93693	76480 ^a	76480	<822	2467
Personbåren, medarb. 2	310/84	2555	49484-79109	63015	62163	852	4258

^a Filter muligvis koblet fra pumpen. Medarbejder tog pumpen selv af.

Dag 4 – onsdag d. 02. august 2023

Målebetingelser:

- Vejrforhold: Solskinsdag med byger, 15 til 20 °C, vind 2-8 m/s fra vest
- Fire stationære målinger fra kl. 7:45 til k. 8:45
- Fem personbårne målinger. Målingerne er udført med SKC pumpe Leland Legacy, 5-15 l/min med et flow på 3,5-4 L/min.

- Hovedopgave i måleperioden: fjernelse af asbestplader

Resultater:

Resultater af stationære og personbårne målinger vises i henholdsvis Tabel 14 og Tabel 15.

Denne måling var i stor grad gentagelsen af måledag 3, hvor der måles under nedtagning af asbestholdige plader. Der er målt tilsvarende høje koncentrationer af asbestfibre, både i personbårne prøver og i stationære prøver.

For at sammenligne de to analysemetoder blev der udtaget to parallelle stationære prøver, med formål at en analyseres med PCM metoden og den anden med SEM metoden. Desværre blev den ene pumpe slukket af håndværker i starten af arbejdet. Prøven analyseret med SEM metoden viste meget høj koncentration af asbestfibre i prøveområdet (se sidste måling i Tabel 14).

Koncentrationen af asbestfibre i de personbårne prøver ligger ret bredt, dog med alle målinger betydeligt over grænseværdien.

Tabel 14. Resultater af stationære målinger udført ved nedtagning af asbestholdige tagplader. Tagprojekt 1, måledag 4.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær, området	720/60	32/100	14300-29500	3300	20900	
Stationær, området	720/60	17/100	6500-17800	3300	11000	
Stationær, området*	720/60	0/200	-	3300	-	Pumpen slukket under måling
Stationær, området*	900/60		33144-49549	1222	72106	Prøven analyseret med SEM. Resultater for Asbest total

*prøver udtaget samme sted men analyseret med forskellige metoder.

Tabel 15. Resultater af personbårne målinger udført ved nedtagning af asbestholdige tagplader. Tagprojekt 1, måledag 4.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	95% - konfidens-interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 1	192/50	2062	20809-39028	28873	28873	<687	10999
Personbåren, medarb. 2	160/37	2475	6314-19378	11549	11549	<825	7424
Personbåren, medarb. 3	161/45	2459	27610-50302	37712	37712	<820	31153
Personbåren, medarb. 4	179/45	2212	11339-26332	17697	17697	<737	11789
Personbåren, medarb. 5	130/34	3046	57203-92058	73102	73102	<1015	48735

Dag 5 – torsdag d. 24. august 2023

Målebetingelser:

- Vejrforhold: Solskinsdag, 16 til 20°C, vind 2-8 m/s fra sydvest og vest
- Seks stationære målinger fra kl. 7:30 til k. 12
- Otte personbårne målinger. Målingerne er udført med SKC pumpe Leland Legacy, 5-15 l/min med et flow på 3,5-4,5 L/min.
- Hovedopgave i måleperioden: to sæt af prøver - først under nedtagning af tagplader og efterfølgende under nedtagning af underliggende isolering. Både tagplader og isolering blev sprøjtet med fiberbinder før fjernelsen for at begrænse støvudvikling.

Resultater:

Under nedtagning af tagplader er der udtaget parallelle stationære prøver, hvor den ene er blevet analyseret med PCM (Tabel 16) og den anden med SEM (Tabel 17). Der er relativ stor forskel i de målte værdier, hvor SEM resultater ligger betydelige højere end PCM-resultater; begge dog væsentlig over grænseværdien.

Resultater af personbårne målinger ligger også meget høj, uanset analysemetoden. Målingerne er udført på 4 medarbejder, hvor to filtre blev sendt til SEM analysen og to blev analyseret med PCM metoden på eget laboratorie. Der er derfor ikke tale om dobbeltbestemmelser, idet der kan være forskel mellem hvordan medarbejder udfører arbejdet samt hvilke opgaver de udførte. Resultater af prøver analyseret med PCM metoden (Tabel 18) og SEM metoden (Tabel 19) er relativ ens og ligger betydelig over grænseværdien.

Overordnet set er der ingen forskel mellem disse resultater og resultater fra måledag 3 og 4, hvor samme proces er blevet udført uden brug af fiberbinder. Der skal bemærkes at fiberbinder blev påsprøjtet direkte før arbejdet gik i gang, hvorfor materialer stadigvæk var våde under nedtagning. Resultaterne skal derfor ikke generaliseres til alt brug af fiberbinder, men er kun gældende under disse forhold. I den sammenhæng viser målingerne dog også, at befugtning med vand har ingen eller kun meget begrænset effekt.

Tabel 16. Resultater af stationære målinger udført ved nedtagning af asbestholdige tagplader, analyseret med PCM. Tagprojekt 1, måledag 5.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær, området	650/50	50/200	13400-23900	1800	18100	
Stationær, området	615/50	48/200	13500-24400	1900	18400	

Tabel 17. Resultater af stationære målinger udført ved nedtagning af asbestholdige tagplader, analyseret med SEM. Tagprojekt 1, måledag 5.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	95% - konfidens-interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Stationær, området	725/50	2731	74060- 110717	111054	111054	<910	32770

Stationær, området	820/50	4024	109133- 163150	150233	150233	<1341	103285
--------------------	--------	------	----------------	--------	--------	-------	--------

Table 18. Results of personal measurements performed during removal of asbestos-containing panels; analyzed with PCM. Tagprojekt 1, measurement day 5.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Personbåren, medarb. 1	182/46	62/200	47900-85300	6500	80300	
Personbåren, medarb. 2	195/52	64/200	44700-79600	6000	77300	

Table 19. Results of personal measurements performed during removal of asbestos-containing panels, analyzed with SEM. Tagprojekt 1, measurement day 5.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	95% - konfidens-interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 3	150/38	2640	26636- 49956	36957 ^a	36957	<880	14079
Personbåren, medarb. 4	161/38	2459	39687- 66077	51648	51648	<820	9838

^a Undervurderet måling. Der er kun taget proppen af i stedet for låget.

Results of measurements during removal of underlying insulation are shown in Table 20 (stationary measurements) and Table 21 and Table 22 (personal measurements, analyzed with either PCM or SEM method). There was a lot of noise on the filters, which led to one of the stationary samples not being analyzed. There was a large difference between results of analyses on personal samples performed with PCM and SEM, where the concentration of asbestos fibers was significantly lower in SEM-analyzed samples than in PCM-analyzed samples. SEM samples contained high values of mineral fibers. This could indicate a higher analysis reliability of the PCM method, if the samples are taken in a very noisy environment with high concentrations of other fibers that fall under the counting criteria.

Table 20. Results of stationary measurements performed during removal of underlying insulation. Tagprojekt 1, measurement day 5.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær, området	1500/120	33/50	14300-29100	3100	20700	
Stationær, området	1524/120	-	-	-	-	Filter kunne ikke tælles pga. for meget støv

Tabel 21. Resultater af personbårne målinger udført ved nedtagning af underliggende isolering; analyseret med PCM. Tagprojekt 1, måledag 5.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Personbåren, medarb. 1	455/119	41/50	60900-115200	10400	84900	
Personbåren, medarb. 2	341/106	50/25	204500-364300	27600	276400	

Tabel 22. Resultater af personbårne målinger udført ved nedtagning af underliggende isolering, analyseret med SEM. Tagprojekt 1, måledag 5.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	95% - konfidens-interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 3	362/102	3038	19671-42183	29372	29372	<1013	153948
Personbåren, medarb. 4	423/112	2600	6634-20360	12135	12135	<867	133481

4.2.2. Tagprojekt 2

Der er udført to målerunder på dette tagprojekt, på to forskellige dage. Nedenfor vises resultater separat for hver måledag.

Dag 1 – tirsdag d. 22. august 2023

Målebetingelser:

- Vejrforhold: Solskinsdag, 20-23°C, vind 2-5 m/s fra sydvest
- Tre stationære målinger fra kl. 9:00 til kl. 11:00
- Fire personbårne målinger. Målingerne er udført med SKC pumpe Leland Legacy, 5-15 l/min med et flow på ca. 4 l/min.
- Hovedopgave i måleperioden: nedtagning af plader

Resultater:

Resultater af stationære og personbårne målinger vises i henholdsvis Tabel 23 og Tabel 24.

De målte koncentrationer ligger høj, betydelig over grænseværdien. Især koncentrationer målte i personbårne prøver er høje.

I modsætning til tagprojekt 1, er der her både fundet Chrystilfibre og Amphibolefibre i luften. Dette stemmer overens med en materialeprøve af taget, udtaget på byggepladsen (se Tabel 28, måledag 2).

Tabel 23. Resultater af stationære målinger udført ved nedtagning af asbestholdige tagplader. Tagprojekt 2, måledag 1.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
-----------	-----------------------------	----------------------------------	--	---	---	-----------

Stationær, området	1500/120	40/100	9000-17100	800	12600	
Stationær, området	1500/120	64/200	5800-10400	800	10100	Filter gennembrudt
Stationær, området	1500/120	47/100	10400-18900	800	14200	

Tabel 24. Resultater af personbårne målinger udført ved nedtagning af asbestholdige tagplader. Tagprojekt 2, måledag 1.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	95% - konfidens-interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 1	420/106	2619	49182- 79151	62853 ^a	20951	41902	13094
Personbåren, medarb. 2	548/131	1806	39272- 61286	49376	18064	31312	7226
Personbåren, medarb. 3	315/82	2793	34556- 61380	46557 ^a	17692	28866	19554
Personbåren, medarb. 4	422/109	2606	70687- 105674	130322	62555	67768	34753

^aFilter koblet fra pumpen ved aflevering – mulighed for underestimering af resultat

Dag 2 – tirsdag d. 5. september 2023

Målebetingelser:

- Vejrforhold: Solskinsdag, 18-23°C, vind 1-5 m/s fra sydvest
- To stationære målinger i området fra kl. 9:30 til kl. 11:30
- En stationær måling udenfor området fra kl. 9:30 til kl. 11:30
- Fire personbårne målinger. Målingerne er udført med SKC pumpe Leland Legacy, 5-15 l/min med et flow på ca. 3,7-4,3 l/min.
- Hovedopgave i måleperioden: nedtagning af plader og underliggende isolering samt indpakning.

Resultater:

Resultater af stationære og personbårne målinger vises i henholdsvis Tabel 25 og Tabel 27. De målte koncentrationer ligger betydelig lavere end ved måledag 1 på samme tagprojekt, som mest sandsynlig afspejler lavere eksponering under andre processer som indpakning af plader og isolering. De målte koncentrationer ligger dog stadigvæk over grænseværdien.

Der er udtaget en enkelt stationær prøve udenfor området, som normalt er betragtet at være uden risiko for udsættelse for asbestfibre. Prøven er analyseret med SEM og viser koncentration af asbestfibre som ligger mere end fire gange højere end grænseværdien (Tabel 26).

Der er indsamlet materialeprøver af knækket tag (Tabel 28). En af prøverne indeholdt både Chrysotil og Amosit, som stemmer overens med type af asbestfibre målt ved personbårne målinger i det tagprojekt.

Tabel 25. Resultater af stationære målinger udført ved nedtagning af asbestholdige tagplader og underliggende isolering samt indpakning. Tagprojekt 2, måledag 2.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektionsgrænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær, området	1875/150	52/100	9300-16600	1300	13100	
Stationær, området	1500/150	46/100	10600-19300	1600	14500	

Tabel 26. Resultater af stationær måling udtaget udenfor området. Tagprojekt 2, måledag 2.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektionsgrænse (fibre/m ³)	95% - konfidens-interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Stationær, udenfor området	458/131	2402	7321-20800	12808	8005	4803	5604

Tabel 27. Resultater af personbårne målinger udført ved nedtagning af asbestholdige tagplader og underliggende isolering samt indpakning. Tagprojekt 2, måledag 2.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektionsgrænse (fibre/m ³)	95% - konfidens-interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 1	272/64	2912	0-2902	<971 ^a	<971	<971	2912
Personbåren, medarb. 2	514/128	2140	2007-10288	4993	2140	2853	9986
Personbåren, medarb. 3	441/119	2494	1831-10857	4988	1663	3326	5820
Personbåren, medarb. 4	472/122	2330	1261-9063	3884 ^b	3884	<777	6214

^aMedarbejder har tabt og afkoblet pumpen. Måling ugyldig.

^bFilter koblet fra pumpen ved aflevering – mulighed for underestimering af resultat

Tabel 28. Resultatet af materialeanalysen (tagplade)

Prøvenavn	Analyseret materiale	Asbest (ja/nej)	Kommentar
Tagplade	To forskellige tagplader	ja	Tynd plade med Chrysotil og Amosit 10-25 %. Tyk plade med Chrysotil 10-25 %

4.2.3. Tagprojekt 3

Der er udført to målerunder på dette tagprojekt, på to forskellige dage. Nedenfor vises resultater separat for hver måledag.

Dag 1 – torsdag d. 26. oktober 2023

Målebetingelser:

- Vejrforhold: Mest tørvejr med lidt regn, 7 °C, vind 3-8 m/s fra nordøst
- Tre stationære målinger fra kl. 7:30 til k. 10
- To personbårne målinger. Målingerne er udført med SKC pumpe Leland Legacy, 5-15 l/min med et flow på 3,5-4 l/min.
- Hovedopgave i måleperioden: Nedtagning og indpakning af plader.
- Andre forhold med betydning: Kun to håndværker i området. Der er ikke udført meget arbejde – kun enkelte plader er taget ned i løbet af de to timer. Der lå en del knækkede plader i området.

Resultater:

Resultater af stationære og personbårne målinger vises i henholdsvis Tabel 29 og Tabel 30.

På trods af at der ikke forgik meget arbejde i området, ligger begge personbårne målinger samt den stationære måling som var tættest på hvor arbejdet blev udført, over grænseværdien. De to andre stationære målinger blev udtaget i den anden ende af arbejdsområdet, ca. 10-20 m væk fra hvor pladerne blev nedtaget og ligger under grænseværdien.

Tabel 29. Resultater af stationære målinger udført ved nedtagning af asbestholdige tagplader. Tagprojekt 3, måledag 1.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær, området	1440/120	13/200	1100-3600	800	2100	
Stationær, området	1440/120	21/200	2100-5200	800	3400	
Stationær, området	1200/120	5/200	300-2300	1000	1000	

Tabel 30. Resultater af personbårne målinger udført ved nedtagning af asbestholdige tagplader. Tagprojekt 3, måledag 1.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	95% - konfidens-interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 1	405/115	2732	6970- 21391	12749	11839	911	<911
Personbåren, medarb. 2	454/115	2437	1318- 9479	4062	4062	<812	<812

Dag 2 – tirsdag d. 31. oktober 2023

Målebetingelser:

- Vejrforhold: Regnvejr, 9 °C, vind 1-6 m/s fra nord
- Fire stationære målinger fra kl. 7:30 til k. 10
- Tre personbårne målinger. Målingerne er udført med SKC pumpe Leland Legacy, 5-15 l/min med et flow på 3,5-4 l/min.

- Hovedopgave i måleperioden: Der var planlagt nedtagning af tagplader. Pga. tekniske problemer blev dette dog ikke udført og i stedet for blev der nedtaget taglægter.
- Andre forhold med betydning: Tre håndværker i området. Meget stille – ikke meget arbejde udført i måleperioden.

Resultater:

Resultater af stationære og personbårne målinger vises i henholdsvis Tabel 31 og Tabel 32.

Som beskrevet ovenfor, blev der ikke udført den planlagte nedtagning af asbestholdige tagplader pga. tekniske problemer med arbejdsmaskiner, men i stedet for blev der nedtaget enkelte taglægter. Der blev alligevel målt forhøjet eksponering ved de personbårne prøvetagninger, hvor resultater af to ud af tre prøver ligger over grænseværdien, mens den tredje måling vurderes at være ugyldig, idet medarbejder tilfældigvis har afkoblet pumpen under prøvetagning.

De målte koncentrationer af asbest i stationære prøver lå under grænseværdien.

Tabel 31. Resultater af stationære målinger udført ved nedtagning af taglægter. Tagprojekt 3, måledag 2.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/ felter)	95% - konfidens- interval (fibre/m ³)	Detektions- grænse (fibre/m ³)	Beregnet fibrerkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær, området	1500/120	5/200	300-1800	800	800	
Stationær, området	1500/120	7/200	400-2300	800	1100	
Stationær, området	1500/120	7/200	400-2300	800	1100	
Stationær, området	1500/120	8/200	500-2500	800	1300	

Tabel 32. Resultater af personbårne målinger udført ved nedtagning af taglægter. Tagprojekt 3, måledag 2.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektions- grænse (fibre/m ³)	95% - konfidens- interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 1	431/120	2567	0-2559	<856 ^a	<856	<856	26955
Personbåren, medarb. 2	454/120	2437	885-8320	3249	3249	<812	32089
Personbåren, medarb. 3	462/120	2395	2246-11514	5588	5588	<798	15966

^aFilter koblet fra pumpen ved aflevering. Ugyldigt resultat

4.2.4. Tagprojekt 4

Der er udført to målerunder på dette tagprojekt, på to forskellige dage. Nedenfor vises resultater separat for hver måledag.

Dag 1 – mandag d. 18. september 2023

Målebetingelser:

- Vejrforhold: Tørvejr med delvist sol 17-19°C, stærk vind 9-15 m/s fra sydøst
- To stationære målinger fra kl. 8:15 til k. 10:15
- To personbårne målinger. Målingerne er udført med SKC pumpe Leland Legacy, 5-15 l/min med et flow på ca. 3,5 L/min.
- Hovedopgave i måleperioden: nedtagning af plader
- Andre forhold med betydning: Delvist åbent område. Der blæser kraftigt i området.

Resultater:

Resultater af stationære og personbårne målinger vises i henholdsvis Tabel 33 og Tabel 34.

Resultater af stationære prøvetagninger ligger under grænseværdien, hvorimod resultater af personbårne målinger ligger betydelig over grænseværdien. Som beskrevet under målebetingelser er dette projekt udført uden fuld overdækning, i modsætning til de tidligere beskrevet tagprojekter. Desuden er målingerne udført på en meget blæsende dag, hvor fibre i området mest sandsynligt blev blæst væk til omgivelserne, hvorfor de stationære målinger viser lave koncentrationer. På trods af det, viser resultater af personbårne målinger høj eksponering af medarbejder under nedtagning af tagplader, hvilket betyder at selv kraftig vind ikke fjerner eksponering i indåndingszonen.

Tabel 33. Resultater af stationære målinger udført ved nedtagning af asbestholdige tagplader. Tagprojekt 4, måledag 1.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær, området	1500/120	13/200	1100-3500	800	2000	
Stationær, området	1500/120	5/200	300-1800	800	800	

Tabel 34. Resultater af personbårne målinger udført ved nedtagning af asbestholdige tagplader. Tagprojekt 4, måledag 1.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	95% - konfidens-interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 1	374/111	2941	18240- 39672	27449	21567	5882	<980
Personbåren, medarb. 2	398/113	2764	2592- 13287	6448 ^a	2764	3685	<921

^amedarbejder 2 har hovedsagelig pakket plader.

Dag 2 – Tirsdag d. 17. oktober 2023

Målebetingelser:

- Vejrforhold: Tørvejr med delvist sol, 5-10°C, vind 2-8 m/s fra vest
- En stationær måling fra kl. 8:30 til k. 10:30
- Fire personbårne målinger. Målingerne er udført med SKC pumpe Leland Legacy, 5-15 l/min med et flow på ca. 3,5 L/min.

- Hovedopgave i måleperioden: nedtagning af plader
- Andre forhold med betydning: Delvist åbent område.

Resultater:

Resultater af stationære og personbårne målinger vises i henholdsvis Tabel 35 og Tabel 36.

Der er kun udtaget en enkelt stationærprøve og resultatet ligger under grænseværdien.

Resultater af personbårne målinger ligger bredt, fra lidt under grænseværdien til tre gange grænseværdien, som kan tyde på forskellen i processer udført af de konkrete medarbejdere.

Tabel 35. Resultater af stationære målinger udført ved nedtagning af asbestholdige tagplader. Tagprojekt 4, måledag 2.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m³)	Detektions-grænse (fibre/m³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m³)	Kommentar
Stationær, området	1320/120	6/200	400-2300	900	1100	

Tabel 36. Resultater af personbårne målinger udført ved nedtagning af asbestholdige tagplader. Tagprojekt 4, måledag 2.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektions-grænse (fibre/m³)	95% - konfidens-interval (asbest total) (fibre/m³)	Koncentration (fibre/m³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 1	436/121	2526	1137- 9229	3789	3789	<842	<842
Personbåren, medarb. 2	417/119	2641	454-7719	2641	2641	<880	1321
Personbåren, medarb. 3	411/121	2680	3378- 14673	7593	4020	3573	2680
Personbåren, medarb. 4	462/122	2384	4644- 16151	9139	5166	3973	795

4.2.5. Tagprojekt 5

Målingerne er udført onsdag d. 6. marts 2024

Målebetingelser:

- Vejrforhold: Mest tørvejr med lidt regn sidst i måleperioden, 2-4°C, Let vind 3-6 m/s fra nordøst
- To stationære målinger fra kl. 10:00 til kl. 12:00 – en hvor arbejdet blev udført og en i anden ende af taget.
- Fire personbårne målinger. Målingerne er udført med SKC pumpe Leland Legacy, 5-15 l/min med et flow på ca. 3,5-4 l/min.
- Hovedopgave i måleperioden: nedtagning af plader
- Andre forhold med betydning: Dette er et særligt projekt, hvor der forinden var udført omfattende projekteringsarbejde og en tæt dialog med Arbejdstilsynet ift. at have tilgodeset alle forhold omkring arbejdsmiljø, herunder asbest, så arbejdet kunne udføres under betingelsen let støvende arbejde.

Resultater:

Resultater af stationære og personbårne målinger vises i henholdsvis Tabel 37 og Tabel 38. Resultater af både stationære prøvetagninger og personbårne ligger betydelig over grænseværdien.

Tabel 37. Resultater af stationære målinger udført ved nedtagning af asbestholdige tagplader. Tagprojekt 5.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær, området – længst fra arbejdsproces	1200/120	30/200	3100-13200	1000	6100	
Stationær, området – ved arbejdsproces	1200/120	59/200	6800-22400	1000	12100	

Tabel 38. Resultater af personbårne målinger udført ved nedtagning af asbestholdige tagplader. Tagprojekt 5.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	95% - konfidens-interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 1	450/116	2369	6045-18552	11057	8688	2369	4739
Personbåren, medarb. 2	430/115	2480	12709-29515	19837	18184	1653	14051
Personbåren, medarb. 3	445/117	2396	12281-28520	19168	14376	4792	<779
Personbåren, medarb. 4	422/116	2527	8985-23959	15159	9264	5859	<842

4.2.6. Eksperiment med skånsom håndtering af tagplader

For at vurdere om støvudvikling ved nedtagning af asbestholdige bølgeeternit tagplader kan reduceres ved at ændre på processen, blev der opsat et særligt scenarie, hvor medarbejdere blev bedt om så skånsom håndtering af tagplader som muligt. Eksperimentet blev aftalt som del af tagprojekt 3. I to timer, hvor målingerne foregik, blev pladerne fjernet en efter en, ved at 3-4 håndværkere løfter dem forsigtig op af og bærer dem ned, hvor de er blevet lagt forsigtigt i stabler. Denne proces er efter vores overbevisning ikke almindelig praksis på byggepladser, idet processen er langsommere end traditionel nedrivning og forbundet med en række andre arbejdsmiljømæssige udfordringer hvor især hensynet ergonomi er vigtig.

Målebetingelser:

- Vejrforhold: Mest tørvej, 5 °C, vind 5-10 m/s fra vest
- To stationære målinger fra kl. 9:30 til k. 11:30
- Tre personbårne målinger. Målingerne er udført med SKC pumpe Leland Legacy, 5-15 l/min med et flow på 3,5-4 L/min.
- Hovedopgave i måleperioden: Skånsom nedtagning af tagplader



Billede 4—11. Skånsom håndtering af asbestplader



Billede 4—12. Støv og asbestholdig mos på trods af skånsom håndtering



Billede 4—13. Større mængder af støv under tagpladerne på overfladen af isolering

Resultater:

Resultater af stationære og personbårne målinger vises i henholdsvis Tabel 29 og Tabel 30.

Som vist i Billede 4—11, Billede 4—12 og Billede 4—13 var der meget støv i arbejdsområdet.

På trods af at målingerne er udført under særligt forhold, hvor pladerne blev håndteret urealistisk skånsomt, ligger både personbårne målinger og stationære målinger over grænseværdien.

Tabel 39. Resultater af stationære målinger udført ved skånsom håndtering af asbestholdige tagplader. Særlig eksperiment ved Tagprojekt 3.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær, området	936/120	38/200	5300-20200	1300	10000	
Stationær, området	1008/120	38/200	4900-18700	1200	9200	

Tabel 40. Resultater af personbårne målinger udført ved skånsom håndtering af asbestholdige tagplader. Særlig eksperiment ved Tagprojekt 3.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	95% - konfidens-interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 1	467/120	2283	3389-13500	7230	7230	<761	<761
Personbåren, medarb. 2	432/120	2468	4808-16720	9461	8638	823	2468
Personbåren, medarb. 3	441/120	2418	4997-16893	9671	6971	<806	806

4.3. Minkfarme

Nedrivning af minkfarme er medtaget i undersøgelsen, som et særlig tilfælde af nedtagning af asbestholdige tagplader. Arbejdet foregår under åben himlen. Der afdækkes kun med plastikfolie på jorden, ellers er forholdene ikke kontrolleret (se Billede 4—14).

Arbejdsproces består i første omgang af fjernelse af skruer, så pladerne kan løsnes. Når dette er gjort, bliver den øverste plade løftet op af en person som står under taget, for at to medarbejdere som, står udenfor, kan fjerne den nederste plade og lægge den ned (se Billede 4—15). Den øverste plade bliver så langsomt gledet ned og efterfølgende løftet op og fjernet.

På trods af skånsom håndtering af plader, var mange plader knækket ved kanterne og der lå stumper flere steder (se Billede 4—16).

Der er udført målinger på fire minkfarme. På tre af dem gik arbejdet på at fjerne tagplader. Den fjerde minkfarm var et særligt tilfælde, hvor siderne var dækket med asbestholdige plader (se Billede 4—20). Her er målingerne udført ved nedtagning af facadeplader. Betingelser under målingerne og forholdene beskrives nedenfor.



Billede 4—14. Forhold under nedrivning af minkfarme



Billede 4—15. Håndtering af asbestholdige tagplader



Billede 4—16. Tagpladestumper

Minkfarme projekt 1 - mandag d. 11. december 2023

Målebetingelser:

- Vejrforhold: Regn og efterfølgende småregn, 2-4°C, frisk vind 7-13 m/s fra nordøst
- Målinger under to arbejdsprocesser: proces 1 - forberedelser (hovedsagelig fjernelse af skruer) og proces 2 - nedtagning af plader
- Seks stationære målinger under hver proces - fra kl. 13:00 til 15:00 og fra kl. 15:30 til 17:30
- Tre personbårne målinger. Målingerne er udført med SKC pumpe Leland Legacy, 5-15 l/min med et flow på ca. 4 L/min.
- Andre forhold med betydning: Meget vådt. Tagplader blev sprøjtet med støvbinder "Ice and dust away".

Resultater:

Resultater af stationære og personbårne målinger udtaget under forberedelsesprocessen vises i henholdsvis Tabel 41 og Tabel 42. Resultater fra målinger udtaget under nedtagning af plader vises i Tabel 43 og Tabel 44. På Billede 4—17 forklares placering af stationære pumper.

De målte koncentrationer ligger lavt under begge typer målinger. For personbårne målinger ses der en mindre forskel mellem de to processer, hvor nedtagning af plader er forbundet med højere risiko for eksponering end fjernelse af skruer. Der skal dog understreges at disse målinger er udtaget under særlige forhold – i en periode med langvarig regn og på en regnvejrs dag. Desuden blev der anvendt støvbinder på dette projekt.

På trods af lave værdier for luftmålingerne, er der fundet asbestfibre på overflade af træskelet efter at tagplader er blevet fjernet (Tabel 45).



Billede 4—17. Placering af stationære målinger på minkfarm projekt 1. Fire målinger er placeret langs den side af taget hvor arbejdet foregik (røde piller). De to sidste målinger (5 og 6) er i næste række, på begge sider af arbejdsområdet.

Tabel 41. Resultater af stationære målinger udført ved fjernelse af skruer, minkfarme projekt 1.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær 1	1440/120	1/200	0-1300	900	200	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær 2	1320/120	1/200	0-1400	900	200	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær 3	1440/120	1/200	0-1300	900	200	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær 4	1440/120	2/200	100-1800	900	300	Under den statistiske detektionsgrænse

Stationær 5	1320/120	0/200	-	900	0	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær 6	1440/120	0/200	-	900	0	Under den statistiske detektionsgrænse

Tabel 42. Resultater af personbårne målinger udført ved nedtagning af plader, minkfarme projekt 1.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektionsgrænse (fibre/m ³)	95% - konfidens-interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 1	414/105	2661	0-2652	<887	<887	<887	<887
Personbåren, medarb. 2	433/114	2544	0-2535	<848	<848	<848	<848
Personbåren, medarb. 3	494/120	2230	0-2222	<743	<743	<743	<743

Tabel 43. Resultater af stationære målinger udført ved nedtagning af plader, minkfarme projekt 1.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektionsgrænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær 1	1440/120	1/200	0-1300	900	200	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær 2	1320/120	0/200	-	900	0	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær 3	1440/120	2/200	100-1800	900	300	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær 4	1440/120	0/200	-	900	0	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær 5	1320/120	5/200	300-3800	900	900	
Stationær 6	1440/120	1/200	0-1300	900	200	Under den statistiske detektionsgrænse

Tabel 44. Resultater af personbårne målinger udført ved fjernelse af skruer, minkfarme projekt 1.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektionsgrænse (fibre/m ³)	95% - konfidens-interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 1	419/104	2629	212-6331	1753	1753	<876	<876
Personbåren, medarb. 2	408/103	2700	0-2691	<900	<900	<900	<900
Personbåren, medarb. 3	411/102	2680	22-4978	893	893	<893	<893

Tabel 45. Resultater af geltapeprøver udtaget i minkfarme projekt 1.

Prøvenavn	Asbestfibre *	Kommentar
Træskelet - under taget	0	Medium støv
Træskelet - skrå lægte	+	Chrysotil
Træskelet - ved kanten	+	Chrysotil
nede ved buret	0	Meget lidt støv

Tabel 46. Resultater af analyse af tagplader, minkfarme projekt 1.

Prøvenavn	Analyseret materiale	Asbestfibre *	Kommentar
Tagplade	Plade	Ja	Plade med Chrysotil og Crocidolit 10-25 %

Minkfarme projekt 2 - tirsdag d. 12. december 2023

Målebetingelser:

- Vejrforhold: tørvejr, 1-3°C, frisk vind 5-10 m/s fra nordøst
- Nedtagning af bølgeeternitplader. Arbejdet deles ikke i processer, men håndværkere fjerner skrue og plader løbende
- Fem stationære målinger fra kl. 9:20 til 11:35
- Fire personbårne målinger. Målingerne er udført med SKC pumpe Leland Legacy, 5-15 l/min med et flow på ca. 4 l/min.
- Andre forhold med betydning: Meget vådt efter langvarig regnperiode. Der var både huse med asbestholdige og asbestfrie tagplader. Iflg. oplysningerne fra byggepladsen var asbestfrie plader fjernet i starten, hvor der nu var kun asbestplader tilbage. Dette fremgår dog ikke af resultater fra udtagne prøver (se Tabel 50)

Resultater:

Resultater af stationære og personbårne målinger udtaget på minkfarme projekt 2 vises i henholdsvis Tabel 47 og Tabel 48. På Billede 4—18 forklares placering af stationære pumper.

De målte koncentrationer ligger lavt under begge typer målinger. Minkfarm 2 er undersøgt dagen efter minkfarm 1, dvs. i en langvarig regnperiode. Resultater skal derfor ikke generaliseres til andre tørre forhold. Desuden skal disse resultater fortolkes forsigtigt, idet der er ikke fundet asbest i en af de plader, som er blevet nedtaget på dagen (se Tabel 50). Iflg. oplysninger fra byggepladsen, var der både huse med asbestholdige og asbestfrie tagplader, dog skulle dem uden asbest være fjernet i første omgang, så der kun burde være huse med asbestholdige tagplader tilbage. Denne oplysning kunne ikke bekræftes af analyseresultater. Det er dog uvist om der er tale om en enkelt plade der var asbestfri eller om hele rækken var asbestfri. Skulle det sidste være tilfælde, ville det ikke være arbejdet med asbest på måledagen.

På lige fod med Minkfarme projekt 1, er der fundet asbestfibre på overflade af træskelet (Tabel 49).



Billede 4—18. Placering af stationære målinger på minkfarm projekt 2. Tre målinger er placeret langs den ene side af taget hvor arbejdet foregik og to langs den anden side (røde piller).

Tabel 47. Resultater af stationære målinger, minkfarme projekt 2.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektionsgrænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær 1	1480/135	0/200	-	800	0	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær 2	1620/135	0/200	-	800	0	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær 3	1620/135	0/200	-	800	0	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær 4	1620/135	2/200	100-1600	800	300	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær 5	1620/135	0/200	-	800	0	Under den statistiske detektionsgrænse

Tabel 48. Resultater af personbårne målinger, minkfarme projekt 2.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektionsgrænse (fibre/m ³)	95% - konfidens-interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 1	611/155	1803	15-3348	601	601	<601	<601
Personbåren, medarb. 2	668/154	1649	0-1643	<550	<550	<550	<550
Personbåren, medarb. 3	599/152	1839	0-1833	<613	<613	<613	<613

Personbåren, medarb. 4	659/152	1671	0-1666	<557	<557	<557	<557
------------------------	---------	------	--------	------	------	------	------

Tabel 49. Resultater af geltapeprøver udtaget i minkfarme projekt 2.

Prøvenavn	Asbestfibre *	Kommentar
Træskelet	0	Meget støv
Træskelet	0	Medium støv
Træskelet	0	Meget støv
Træskelet	+	Chrysotil
nede ved buret	0	Medium støv

Tabel 50. Resultater af analyse af tagplader, minkfarme projekt 2.

Prøvenavn	Analyseret materiale	Asbestfibre *	Kommentar
Tagplade – stumper fra jorden	Plade	Ja	Plade med Chrysotil 10-25 %
Tagplade – en som er taget ned	Plade	Nej	

Minkfarme projekt 3 – dag 1: tirsdag d. 27. februar 2024

Målebetingelser:

- Vejrforhold: tørvejr, 2-4°C, vind 2-8 m/s fra syd
- Nedtagning af bølgeeternitplader. Arbejdet deles ikke i processer, men håndværkere fjerner skruer og plader løbende. Der er udført tre runder af målinger. I de første to runder blev der arbejdet kun fra jorden, hvor den første række af plader blev skruet af og fjernet. I den tredje runde har to håndværker arbejdet fra en lift og en fra jorden, og på den måde fjernet de højere liggende plader.
- Tre stationære målinger ved hver runde: fra kl. 9:45 til 11:45, fra kl. 12:50 til 14:50 og fra kl.16:30 til 18:30.
- To personbårne målinger ved første og anden runde. Tre personbårne målinger ved tredje runde, hvor to håndværker arbejdede fra liftet og en fra jorden. Målingerne er udført med SKC pumpe Leland Legacy, 5-15 l/min med et flow på ca. 3,5-4 l/min.
- Andre forhold med betydning: Vådt efter langvarig regnperiode.

Resultater:

Resultater af stationære og personbårne målinger udtaget på minkfarme projekt 3 under tre målerunde på dag 1 vises i henholdsvis Tabel 51, Tabel 52, Tabel 53 og Tabel 54. På Billede 4–19 forklares placering af stationære pumper.

Resultater af de stationære målinger ligger lavt, under grænseværdien. Resultater af personbårne målinger ligger ret bredt. Der er to resultater som ligger betydelig over grænseværdien. Begge er målt hos samme medarbejder, mens pladerne blev håndteret fra jorden.

Der skal understreges, at denne runde (minkfarm projekt 3 og 4) er undersøgt i vinterperioden lige som minkfarm projekt 1 og 2, hvor både december og februar var meget våde.



Billede 4—19. Placering af stationære målinger på minkfarm projekt 3 ved morgens- og middagsrunde. To målinger (1 og 2) er placeret langs den ene side af taget hvor arbejdet foregik og en på modsat side (3).

Tablet 51. Resultater af stationære målinger, minkfarme projekt 3 – morgenrunde – to håndværker arbejder fra jorden – fjernelse af skruer og lavere plader.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær 1	1440/120	2/200	-	900	300	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær 2	1440/120	2/200	-	900	300	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær 3 (modsat side)	1380/120	0/200	-	900	0	Under den statistiske detektionsgrænse

Tablet 52. Resultater af stationære målinger, minkfarme projekt 3 – middagsrunde – to håndværker arbejder fra jorden - fjernelse af skruer og lavere plader.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær 1	1440/120	1/200	-	900	200	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær 2	1440/120	1/200	-	900	200	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær 3 (modsat side)	1380/120	2/200	-	900	400	Under den statistiske detektionsgrænse

Tabel 53. Resultater af stationære målinger, minkfarme projekt 3 – eftermiddagsrunde – to håndværker arbejder fra liftet og en fra jorden – fjernelse af skruer og højere liggende plader.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektionsgrænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær 1	1440/120	2/200	-	900	300	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær 2 (modsat side)	1440/120	2/200	-	900	300	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær 3	1380/120	1/200	-	900	200	Under den statistiske detektionsgrænse

Tabel 54. Resultater af personbårne målinger, minkfarme projekt 3.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektionsgrænse (fibre/m ³)	95% - konfidens-interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 1 – morgenrunde, fra jorden	437/118	2196	0-2189	<732	<732	<732	<732
Personbåren, medarb. 2 – morgenrunde – fra jorden	493/118	1946	3563-12770	7137	7137	<649	<649
Personbåren, medarb. 1 – middagsrunde, fra jorden	375/120	2559	206-6163	1706*	<853	<853	<853
Personbåren, medarb. 2, middagsrunde, fra jorden	446/119	2152	6559-18635	11475	11475	<717	<717
Personbåren, medarb. 3, andre typer opgaver	454/125	2114	0-2107	<705	<705	<705	<705
Personbåren, medarb. 1 – eftermiddag	420/122	2285	0-2277	<762	<762	<762	<762
Personbåren, medarb. 2 - eftermiddag	463/125	2073	0-2066	<691	<691	<691	<691
Personbåren, medarb. 3 – eftermiddag	431/125	2226	0-2219	<742*	<742	<742	<742

*Muligvis undervurderet –filter koblet fra pumpen ved afhentning

Tabel 55. Resultater af geltapeprøver udtaget i minkfarme projekt 3.

Prøvenavn	Asbestfibre *	Kommentar
Træværk	0	Meget støv
Træværk	0	Meget støv

Træværk	0	Meget støv
Træværk	0	Meget støv
Træværk	0	Meget støv
Træværk	0	Meget støv

Tabel 56. Resultater af analyse af tagplader, minkfarme projekt 3.

Prøvenavn	Analyseret materiale	Asbestfibre *	Kommentar
Tagplade	Plade	Ja	Plade med Chrysotil 10-25 %

Minkfarme projekt 3 – dag 2: onsdag d. 28. februar 2024

Målebetingelser:

- Vejrforhold: tørvejr, 3-7°C, vind 5-9 m/s fra syd og sydvest
- Her deles arbejdet ikke i processer, men håndværkere fjerner skruer og plader løbende. To håndværker arbejder fra en lift og en fra jorden.
- To stationære målinger: fra kl. 7:45 til 9:45.
- Tre personbårne målinger, hvor to håndværker arbejdede fra liftet og en fra jorden. Målingerne er udført med SKC pumpe Leland Legacy, 5-15 l/min med et flow på ca. 3,5-4 l/min.
- Andre forhold med betydning: Våd efter langvarig regnperiode. Det har desuden regnet om natten og tidligere om morgen.

Resultater:

Resultater af stationære og personbårne målinger udtaget på minkfarme projekt 3 på dag 2 vises i henholdsvis Tabel 57 og Tabel 58.

Resultater af begge typer målinger ligger under grænseværdien. På personbårne målinger er der dog klar forskel på værdier hos håndværkere der arbejdede fra lift og hos ham der arbejdede fra jorden.

Tabel 57. Resultater af stationære målinger, minkfarme projekt 3 – dag 2.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m³)	Detektions-grænse (fibre/m³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m³)	Kommentar
Stationær 1	1380/120	3/200	-	900	500	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær 2	1440/120	2/200	-	900	300	Under den statistiske detektionsgrænse

Tabel 58. Resultater af personbårne målinger, minkfarme projekt 3.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektions-grænse (fibre/m³)	95% - konfidens-interval (asbest total) (fibre/m³)	Koncentration (fibre/m³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 1 (fra liftet)	424/121	2263	0-2256	<754	<754	<754	<754

Personbåren, medarb. 2 (fra liftet)	425/121	2258	0-2250	<753	<753	<753	<753
Personbåren, medarb. 3 (fra jorden)	476/122	2016	416-5891	2016	2016	<672	<672

Minkfarme projekt 4 - onsdag d. 28. februar 2024

Målebetingelser:

- Vejrforhold: tørvejr, 3-7°C, vind 5-9 m/s fra syd og sydvest
- Nedtagning af facadeplader.
- To stationære målinger fra kl. 7:30 til 9:30
- To personbårne målinger. Målingerne er udført med SKC pumpe Leland Legacy, 5-15 l/min med et flow på ca. 4 l/min.
- Andre forhold med betydning: Vådt efter langvarig regnperiode.

Resultater:

Resultater af stationære og personbårne målinger udtaget på minkfarme projekt 4 vises i henholdsvis Tabel 59 og Tabel 60. På Billede 4—21 forklares placering af stationære pumper.

De målte koncentrationer ligger lavt under begge typer målinger.



Billede 4—20. Minkfarme 4 – med asbestholdige facader.



Billede 4—21. Placering af stationære målinger på minkfarm projekt 4. Målingerne er placeret langs den ene side af facaden hvor arbejdet foregik.

Tabel 59. Resultater af stationære målinger, minkfarme projekt 4.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær 1	1440/120	2/200	-	900	300	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær 2	1440/120	2/200	-	900	300	Under den statistiske detektionsgrænse

Tabel 60. Resultater af personbårne målinger, minkfarme projekt 4.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	95% - konfidens-interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 1	332/84	2890	0-2881	<963	<963	<963	<963
Personbåren, medarb. 2	337/86	2847	0-2838	<949	<949	<949	<949

Tabel 61. Resultater af geltapeprøver udtaget i minkfarme projekt 4.

Prøvenavn	Asbestfibre *	Kommentar
Træskelet	0	Meget støv
Betonmur	0	Medium støv
Foder station	0	Lidt støv
Træskelet	0	Lidt støv

Tabel 62. Resultater af analyse af tagplader, minkfarme projekt 4.

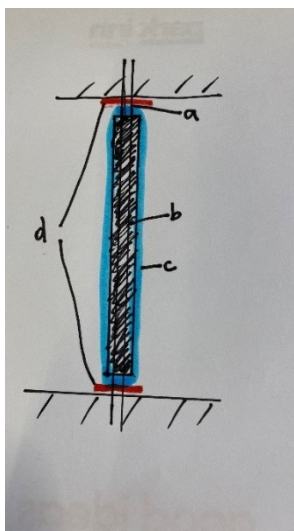
Prøvenavn	Analyseret materiale	Asbestfibre *	Kommentar
Skruer	Skrue	Ja	Skrue med forurening af Chrysotil 5-15 %
Facade plade	Plade	Ja	Plade med Chrysotil 10-25 %

4.4. Forsegling af intakte isoleringsmaterialer på rørinstallationer

Der indgår ét projekt i nærværende undersøgelse, hvor lodrette rør med asbestholdig isolering først blev forseglet og efterfølgende skåret af. Asbestholdig isolering var placeret på hele rørlængden, dog med udtagelsen af de sidste per centimeter ved lofter og gulve (se Billede 4—22). Isoleret del af røret blev forseglet med en plastikfolie som var tætnet ved de ikke isolerede dele af røret. Røret blev efterfølgende skåret af på de ikke isolerede dele ved loftet og gulve.

Der blev bygget små arbejdsområder omkring rørene (Billede 4—23 og Billede 4—24). Der var ikke meget plads i arbejdsområder, derfor blev målingerne udelukkende lavet som personbårne prøver. Processen var desuden ret kort – omkring 10-15 minutter per område. De personbårne pumper blev derfor sat på pause efter hvert område og tændt igen så længe arbejdet forgik.

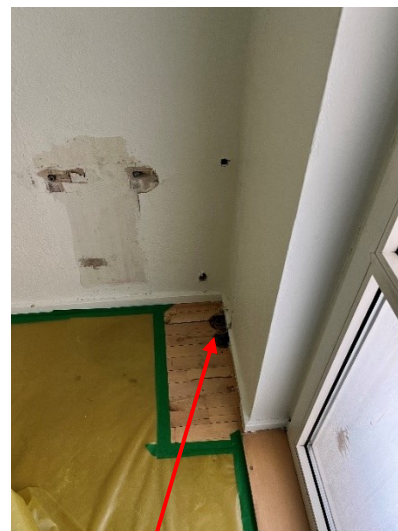
Målingerne er udført over tre dage: tirsdag d. 9. maj, torsdag d. 11. maj og tirsdag d. 16. maj 2023, mellem kl. 7:30 og 11. På hver måledag, blev arbejdet udført af to medarbejdere.



Billede 4—22. Skitse af røret og princippet af fjernelsesproces. a-uisoleret del af røret, b-asbestholdig isolering, c-plastikfolie forsegling, d-skæringspunkter.



Billede 4—23. Arbejdsområde udefra



Billede 4—24. Arbejdsområdet indefra efter fjernelse af 2 rør og rengøring.

Daq 1 – Tirsdag d. 9. maj 2023

Målebetingelser:

- Indvendigt arbejde
- To personbårne målinger. Målingerne er udført med SKC 224-PCMTX8 med et flow på 2 L/min.
- Medarbejder 1 har skåret 7 rør og medarbejder 2 har skåret 5 rør

Resultater:

Resultater af personbårne målinger vises i Tabel 63. Der er stor forskel mellem de to personbårne målinger, hvor et resultat ligger under detektionsgrænsen og det andet ligger tre gange over grænseværdien. Der blev ikke registreret nogle fejl på pumpen eller uheldig håndtering af pumpen i måleperioden. Der blev besluttet at bruge kraftigere pumper fremover for at udelukke utilstrækkeligt sug på pumpen som en mulig fejlkilde.

Tabel 63. Resultater af personbårne målinger udført ved afskæring af forseglede intakte rørintallationer. Forseglingsprojekt 1, måledag 1.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	95% - konfidens-interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 1	197/104	2664	0-2655	<888	<888	<888	5329
Personbåren, medarb. 2	162/84	2700	4315-16550	9000	7200	1800	4500

Dag 2 – Torsdag d. 11. maj 2023

Målebetingelser:

- Indvendigt arbejde
- To personbårne målinger. Målingerne er udført med SKC pumpe Leland Legacy, 5-15 l/min med et flow på ca. 4 l/min.
- Medarbejder 1 har skåret 7 rør og medarbejder 2 har skåret 5 rør

Resultater:

Resultater af personbårne målinger vises i Tabel 64. Der er igen ret stor forskel mellem resultater af personbårne prøvetagninger på de to medarbejder. Højere koncentration blev målt hos den medarbejder som udført flest afskæringer.

Tabel 64. Resultater af personbårne målinger udført ved afskæring af forseglede intakte rørinstallationer. Forseglingsprojekt 1, måledag 2.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektions- grænse (fibre/m ³)	95% - konfidens- interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 1	435/101	2446	2816-12851	6522	<815	6522	1631
Personbåren, medarb. 2	281/67	1868	151-4498	1245	<623	1245	2490

Dag 3 – Tirsdag d. 16. maj 2023

Målebetingelser:

- Indvendigt arbejde
- To personbårne målinger. Målingerne er udført med SKC pumpe Leland Legacy, 5-15 l/min med et flow på ca. 3,5 l/min.
- Medarbejder 1 har skåret 6 rør og medarbejder 2 har skåret 3 rør

Resultater:

Resultater af personbårne målinger vises i Tabel 65. Begge målte værdier ligger betydelig over AT grænseværdi.

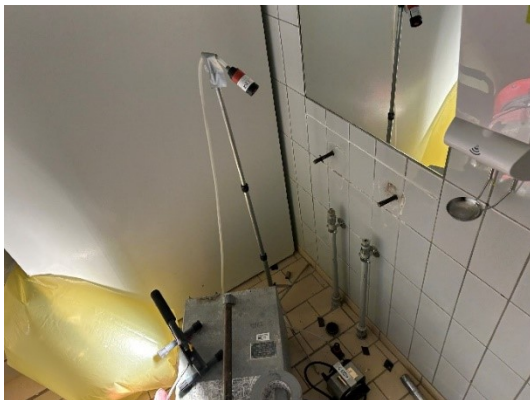
Medarbejder 1 var den samme person under alle tre måledage. Hver gang har han skåret af 6-7 rør. Medarbejder 2 var den samme person under de første to måledage, mens på tredje måledag var prøvetagning udført på en anden person. På trods af begrænset datagrundlag, tyder resultater på stor dag-til-dag variation samt stor variation mellem medarbejdere. De fleste resultater ligger dog over grænseværdien.

Tabel 65. Resultater af personbårne målinger udført ved afskæring af forseglede intakte rørinstallationer. Forseglingsprojekt 1, måledag 3.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektions- grænse (fibre/m ³)	95% - konfidens- interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren, medarb. 1	274/78	1916	5839-16591	10216	8301	1916	2554
Personbåren, medarb. 2	173/49	2528	4041-15498	8427	5056	3371	4214

4.5. Boring i fliser med asbestholdig fliseklæber

Der er udført en enkelt måling under boring i fliser med asbestholdig fliseklæber (klæber med Anthofyllit < 5 %). Som vist i Billede 4—25 og Billede 4—26 er målingen udført i et badeværelse hvor der blev boret 344 huller på en time. Der var opsat en luftrenser i området.



Billede 4—25. Arbejdsområdet



Billede 4—26. Der er udført 344 huller.

Der er udført en personbåren prøvetagning på den person som udført opgaven (Tabel 68). Desuden blev der opsat to pumper til stationære prøver, hvoraf den ene er blevet analyseret med PCM og den anden med SEM analysemetoden. Resultater er vist i henholdsvis Tabel 66 og Tabel 67. Der er desuden udtaget geltapeprøver indenfor og udenfor området (Tabel 69, Tabel 70).

De målte koncentrationer ligger under detektionsgrænsen, både for personbåren og stationære prøver. Der er fundet asbest i støvet i en enkelt prøve udtaget i området, men ingen spredning udenfor området.

Tabel 66. Resultater af stationære målinger udført ved boring i fliser med asbestholdig fliseklæber. Analyseret med PCM metode.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/ felter)	95% - konfidens- interval (fibre/m ³)	Detektions- grænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær, området	875/70	2/200	-	1300	500	Under den statistiske detektionsgrænse. Filteret meget ugenomsigtigt pga. meget støv.

Tabel 67. Resultater af stationære målinger udført ved boring i fliser med asbestholdig fliseklæber. Analyseret med SEM metode.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektions- grænse (fibre/m ³)	95% - konfidens- interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Stationær, området	840/70	1309	0-1305	<436	<436	<436	<436

Tabel 68. Resultater af personbårne målinger udført ved boring i fliser med asbestholdig fliseklæber.

Prøvenavn	Luft Volumen (L) /tid (min)	Detektions- grænse (fibre/m ³)	95% - konfidens- interval (asbest total) (fibre/m ³)	Koncentration (fibre/m ³)			
				Asbest total	Chrysotil	Amfibol	Mineral fibre
Personbåren	265/59	2988	0-2978	<996	<996	<996	5977

Tabel 69. Resultater af geltapeprøver udtaget indenfor arbejdsområdet.

Prøvenavn	Asbestfibre *	Kommentar
Gulv	0	Meget støv
Gulv	+	Anthofyllit
Gulv	0	Medium støv
Hylde	0	Lidt støv

Tabel 70. Resultater af geltapeprøver udtaget udenfor arbejdsområdet.

Prøvenavn	Asbestfibre *	Kommentar
Gulv udenfor værelse	0	Medium støv
Gulv ved dør ved værelse	0	Medium støv
Gulv gang ved dør	0	Medium støv
Gulv entre, foran plastforhæng	0	Medium støv
Gulv entre midt	0	Lidt støv
Gulv, gang ved næste værelse	0	Lidt støv

4.6. Kontrol af rengøringsniveauet

Der er udvalgt tre projekter til undersøgelsen af en sammenhæng mellem luftmålinger og geltapemålinger som to metoder for kontrol af rengøringsniveauet efter asbestsanering – dette kan være sig rengøring efter nedrivning af asbestholdige materialer men også rengøring efter rengøring af asbestholdigt støv fra asbestkilder.

I praksis omfatter rengøringskontrollen efter asbestsanering i første omfang visuel kontrol af området. Hvis der ikke er fundet støvforekomster, udføres kontrol med geltapeprøver. Kontrol med stationære luftprøver udføres sjældent. I dette projekt udføres kontrol med begge metoder, hvor der først udtages prøver med geltape og efterfølgende som stationære luftprøver. Luftprøver er udtaget som aggressiv prøvetagning, hvor der blæses på overflader for at ophvirvle støvet.



Billede 4—27. Eksempel på kontrol af rengøringsstandard med stationær luftmåling efter sanering af en kælder



Billede 4—28. Eksempel af kontrol af rengøringsstandard med geltapeprøver efter sanering af en bolig.



Billede 4—29. Eksempel på kontrol af rengøringsstandard med stationær luftmåling efter sanering en bolig.

4.6.1. Projekt 1

Der er udvalgt to separate områder til undersøgelsen. De to områder ligger i to forskellige boligblokke og blev klare til rengøringskontrol på to forskellige dage.

Område 1 – Tirsdag d. 16. marts 2023

Målebetingelser:

- Kontrol af rengøringsstandard efter asbestsanering af en kælder
- Der er udtaget 13 geltapeprøver i området
- Der er udtaget 5 stationære luftprøver i området. Prøverne er udtaget efter at der er blevet blæst på overflader i 2 minutter. Prøvetagning er udført over 2 timer

Resultater:

Resultater af stationære luftmålinger vises i Tabel 71. Tabel 72 viser resultater af geltapeprøver.

Der er ikke fundet asbestfibre i støvprøver. Den gennemsnitlige koncentration af asbestfibre i luften ligger under niveauet for grænseværdien.

Tabel 71. Resultater af stationære målinger. Rengøringskontrol projekt 1, område 1.

Prøvenavn	Luftvolumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektionsgrænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær, området	1440/120	6/100	700-4300	1600	2000	
Stationær, området	1440/120	7/100	900-4700	1600	2300	
Stationær, området	1440/120	5/100	500-3800	1600	1600	

Stationær, området	1440/120	5/100	500-3800	1600	1600
Stationær, området	1440/120	7/100	900-4700	1600	2300

Tabel 72. Resultater af geltapeprøver udtaget i området. Rengøringskontrol projekt 1, område 1.

Prøvenavn	Asbestfibre *	Kommentar
Træskellet	0	Lidt støv
Gulv	0	Lidt støv
Træskellet	0	Lidt støv
Gulv	0	Lidt støv
Troldtekt loft	0	Lidt støv
Træskellet	0	Medium støv
Inventar	0	Lidt støv
Gulv	0	Meget støv
Gulv midt	0	Medium støv
Teknikum gulv	0	Medium støv
Gulv	0	Medium støv
Teknikum gulv	0	Medium støv
På installation	0	Lidt støv

Område 2 – Tirsdag d. 30. maj 2023

Målebetingelser:

- Kontrol af rengøringsstandard efter asbestsanering af en kælder
- Der er udtaget 15 geltapeprøver i området
- Der er udtaget 4 stationære luftprøver i området. Prøverne er udtaget efter at der er blevet blæst på overflader i 2 minutter. Prøvetagning er udført over 2 timer

Resultater:

Resultater af stationære luftmålinger vises i Tabel 73. Tabel 74 viser resultater af geltapeprøver.

En enkelt støvprøve ud af 15 viste indhold af asbest. I praksis betyder det, at hele område skal rengøres en gang til og der skal udtages nye kontrolprøver. Dette fund er ikke afspejlet i luftmålingerne, hvor koncentrationen af asbestfibre i luften ligger betydelig under grænseværdien.

Tabel 73. Resultater af stationære målinger. Rengøringskontrol projekt 1, område 2.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær, området	1620/120	4/200	-	700	600	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær, området	1697/120	6/200	300-1800	700	800	
Stationær, området	1633/120	6/200	300-1900	700	900	

Stationær, området	1688/120	7/200	400-2000	700	1000
--------------------	----------	-------	----------	-----	------

Tabel 74. Resultater af geltapeprøver udtaget i området. Rengøringskontrol projekt 1, område 2.

Prøvenavn	Asbestfibre *	Kommentar
På gulv	0	Medium støv
På gulv ved træskellet	++	Anthofyllit
Træskellet	0	Lidt støv
Træskellet	0	Medium støv
Gulv	0	Medium støv
Træskellet	0	Lidt støv
Over troldekt	0	Lidt støv
Gulv	0	Lidt støv
Træskellet	0	Lidt støv
Over loft	0	Medium støv
Gulv	0	Medium støv
Træskellet	0	Medium støv
På inventar	0	Lidt støv
På gitterbur	0	Lidt støv
Over troldekt	0	Medium støv

4.6.2. Projekt 2

Målebetingelser:

- Kontrol af rengøringsstandard efter asbestsanering af en transformerstation
- Der er udtaget 15 geltapeprøver i området
- Der er udtaget 4 stationære luftprøver i området. Prøverne er udtaget efter at der er blevet blæst på overflader i 2 minutter. Prøvetagning er udført over 2 timer

Resultater:

Resultater af stationære luftmålinger vises i Tabel 75. Tabel 76 viser resultater af geltapeprøver.

Der er god sammenhæng mellem resultater af prøver udtaget med de to metoder. Der er ikke fundet asbestfibre i støvprøver. Koncentrationen af asbestfibre i luften ligger også betydelig under grænseværdien.

Tabel 75. Resultater af stationære målinger. Rengøringskontrol projekt 2.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær, området	1440/120	2/200	-	800	300	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær, området	1440/120	5/200	300-1900	800	800	
Stationær, området	1440/120	4/200	-	800	700	Under den statistiske detektionsgrænse

Stationær, området	1440/120	1/200	-	800	200	Under den statistiske detektionsgrænse
--------------------	----------	-------	---	-----	-----	--

Tabel 76. Resultater af geltapeprøver udtaget i området. Rengøringskontrol projekt 2.

Prøvenavn	Asbestfibre *	Kommentar
Grøn eltavle C18	0	Lidt støv
Gulv ved grøn eltavle	0	Lidt støv
Grøn eltavle metalkant	0	Meget støv
Grøn eltavle metalkant	0	Lidt støv
Gulv	0	Lidt støv
UC001 i skab	0	Meget støv
På metalplade	0	Lidt støv
På metalplade	0	Lidt støv
På metalplade	0	Lidt støv
Gulv	0	Meget støv
Gulv ved A2	0	Meget støv
På boks ved T2	0	Medium støv
Gulv midt	0	Meget støv
Kettelhøj skab	0	Meget støv
Dyrringparken A8 skab	0	Meget støv

4.6.3. Projekt 3

Målebetingelser:

- Kontrol af rengøringsstandard efter asbestsanering af en bolig
- Der er udtaget 17 geltapeprøver i området
- Der er udtaget 3 stationære luftprøver i området. Prøverne er udtaget efter at der er blevet blæst på overflader i 2 minutter. Prøvetagning er udført over 2 timer

Resultater:

Resultater af stationære luftmålinger vises i Tabel 77. Tabel 78 viser resultater af geltapeprøver.

Der er god sammenhæng mellem resultater af prøver udtaget med de to metoder. Der er ikke fundet asbestfibre i støvprøver. Koncentrationen af asbestfibre i luften ligger også betydelig under grænseværdien.

Tabel 77. Resultater af stationære målinger. Rengøringskontrol projekt 3.

Prøvenavn	Luft volumen (L) /tid (min)	Antal talte fibre (fibre/felter)	95% - konfidens-interval (fibre/m ³)	Detektions-grænse (fibre/m ³)	Beregnet fiberkoncentration (fibre/m ³)	Kommentar
Stationær, udestue	2142/120	3/200	-	500	300	Under den statistiske detektionsgrænse
Stationær, stue	2268/120	6/200	200-1400	500	600	
Stationær, kælder	2340/120	6/200	200-1300	500	600	

Tabel 78. Resultater af geltapeprøver udtaget i området. Rengøringskontrol projekt 3.

Prøvenavn	Asbestfibre *	Kommentar
P1 - Gulv stue	0	Lidt støv
P2 - Gulv stue	0	Lidt støv
P3 - Reol stue	0	Lidt støv
P4 - Gulv entre	0	Meget lidt støv
P5 - Gulv Køkken	0	Meget lidt støv
P6 - Skab køkken	0	Meget lidt støv
P7 - Gulv udestue	0	Lidt støv
P8 - Effekter udestue	0	Lidt støv
P9 - Gulv under kommode kontor	0	Medium støv
P10 - Reol kontor	0	Lidt støv
P11 - Gulv under seng	0	Lidt støv
P12 - I skab soveværelse	0	Lidt støv
P13 - I Skab entre	0	Lidt støv
P14 - Trappe til kælder	0	Lidt støv
P15 - Gulv kælder	0	Lidt støv
P16 - På skuffer kælder	0	Lidt støv
P17 - Reol kælder	0	Lidt støv

5. Vurdering og diskussion af resultater

5.1. Anvendelse af data i forhold til DS/EN 689:2018+AC:2019

Der er en række krav i DS/EN 689:2018+AC:2019 for, hvordan de personbårne målinger skal udføres for at vurdere eksponeringsniveau ved inhalation af kemiske stoffer på en arbejdsplads. Flertallet af grænseværdier, herunder også grænseværdien for asbest, er fastsat som 8-timers gennemsnitsværdier. Ved en 8-timers grænseværdi for luftforurening i arbejdsmiljøet forstås værdien for et stofs gennemsnitskoncentration i luften i en ansats indåndingszone i løbet af en otte timers arbejdsdag. Derfor kan opsamlingstiden være afgørende i en vurdering af, om grænseværdien er overholdt. Hvis prøvetagningsperioden er kortere end referenceperioden for grænseværdien, skal resten af tiden vurderes omhyggeligt og medregnes i eksponeringsvurderingen. Standarden tillader kortere opsamlingstid på ned til 2 timer, fx hvis eksponering vurderes at være konstant over arbejdstiden.

I denne rapport undersøges alene asbestforekomsten ifm. med de udvalgte asbestarbejder, hvor generalisering og vurdering af resultater ligger udenfor projektets omfang. Der kan i dette kapitel derfor kun peges på aspekter ved resultaterne, som fx vil skulle inddrages ift. projektets overordnede spørgsmål vedr. asbestbekendtgørelsens §4, herunder særligt ift. af om grænseværdien er overholdt (jf. pkt. 5.5.2 i DS/EN 689:2018+AC:2019), hvor sammenhængen ml. prøveopsamlingstiden og grænseværdien har betydning.

5.1.1. Fjernelse af hele asbestholdige facadeplader

Der er udført seks målinger på en enkelt arbejdsplads, hvor asbestholdige facadeplader og underliggende isolering er blevet fjernet. Ud fra observationer vurderes disse målinger at høre under den samme type af opgave og dermed under samme SEG.

Fem af de seks personbårne målinger lå over detektionsgrænsen med den målte koncentration af asbestfibre mellem 1150 fibre/m³ og 6109 fibre/m³. To målinger lå over grænseværdien for koncentration af asbestfibre i luften under 8-timers arbejde og enkelt måling lå over korttidsværdien.

De to målinger over grænseværdien blev opsamlet over 4 timer ud af 6 timers arbejdstid. Efterfølgende fortsatte medarbejdere i yderligere 2 timers arbejde hvor eksponering vurderes at være på niveau med den målte. De målte værdier afspejler derfor 6-timers gennemsnits eksponering på en 8-timers arbejdsdag, hvor de sidste to timer udgør pauser og kan betragtes som nul-eksponering. Medregnes 2 timers nul-eksponering, ligger den højeste målte værdi på 4582 fibre/m³ og dermed betydelig over grænseværdien. Desuden som nævnt ovenfor, ligger den målte værdi over korttidsværdien for 15-minutter eksponering.

5.1.2. Fjernelse af hele asbestholdige bølgetagplader

Fjernelse af asbestholdige bølgetagplader indeholder en række processer som fjernelse af plader, fjernelse af underliggende isolering, indpakning og håndtering af affald, fjernelse af lægter m.fl. Under projektet blev målingerne foretaget enten på en måde hvor flere processer blev udført under en måling eller hvor processerne blev målt for sig selv. Der er derfor tale om flere forskellige SEG.

Uanset processen, SEG eller øget indsats i projekteringsfasen og dialog med Arbejdstilsynet, er der målt meget høje koncentrationer af asbestfibre i de gennemførte personbårne målinger. De målte koncentrationer ligger mellem 2641 fibre/m³ og 130322 fibre/m³ (analyseret med SEM) /276400 fibre/m³ (analyseret med PCM). Af 45 valide personbårne målinger, ligger 44 over grænseværdien for 8-timers eksponering; 34 målinger ligger over korttidsværdien.

Der er udført et forsøg under et af tagprojekterne, hvor medarbejdere blev bedt om at håndtere pladerne så skånsom som mulig ved at løfte dem forsigtig op af 3-4 håndværker og bærer dem ned. Resultater af prøvetagning udført under disse særlige forhold viser stadigvæk høje koncentrationer af asbestfibre i luften, hvor både stationære målinger og personbårne målinger ligger over grænseværdien for 8-timers eksponering og over korttidsværdien.

Ud over høj koncentration af asbestfibre under de undersøgte processer forbundet med fjernelse af hele asbestholdige bølgeplader, er der observeret høj udvikling af støv generelt. Da "normalt støv" også kan være sundhedsskadeligt især ved langvarig eksponering for høje koncentrationer af støv, vil brug af værnemidler være oplagt anbefalet under disse processer uanset forekomst af asbest.

5.1.3. Nedrivning af minkfarme

Nedrivning af minkfarme er medtaget i undersøgelsen, som et særligt tilfælde af nedtagning af asbestholdige tagplader. Der er udført målinger på fire minkfarme. På tre af dem gik arbejdet på at fjerne tagplader. Den fjerde minkfarm var et særligt tilfælde, hvor siderne var dækket med asbestholdige plader. Her er målingerne udført ved nedtagning af facadeplader.

To af de enogtyve personbårne målinger lå over grænseværdien for koncentration af asbestfibre i luften under 8-timers arbejde, og samtidig lå de alle over korttidsværdien. Resten af målingerne lå under detektionsgrænsen.

Vejret forventes at have stor indflydelse på den slags projekter, idet der er ingen overdækning hvor arbejde udføres under åben himlen. Alle målinger på minkfarme er udtaget i en periode med langvarig regn, i nogle tilfælde med regn på selve måledagen. Desuden blev der anvendt støvbinder et enkelt projekt. Resultater som vises her skal derfor ses som et best-case scenario og må ikke generaliseres til andre forhold, fx varme og tørre perioder. På trods af lave værdier for luftmålingerne, er der flere steder fundet asbestfibre på overflader af træskelet efter at tagplader er blevet fjernet.

5.1.4. Forsegling af intakte isoleringsmaterialer på rørinstallationer

Der er udført seks målinger på en enkelt arbejdsplads, hvor lodrette rør med asbestholdige isolering er først forseglet og efterfølgende skåret af. Ud fra observationer vurderes disse målinger at høre under den samme type af opgave og dermed under samme SEG.

Fem af de seks personbårne målinger lå over detektionsgrænsen med den målte koncentration af asbestfibre mellem 1245 fibre/m³ og 10216 fibre/m³. Fire målinger lå over grænseværdien for koncentration af asbestfibre i luften under 8-timers arbejde, og samtidig lå de alle over korttidsværdien.

Målingerne blev udført på maksimum to timer, hvor der ikke blev skåret flere rør på arbejdsdagen. Medarbejdere udførte dog andre opgaver i områder, hvorfor nul-eksponering på resterende seks timer ikke kan antages. Præcis vurdering af 8-timers eksponering er dog af mindre betydning i det tilfælde, idet fire af seks målinger ligger højere end korttidsværdien for 15-minutes arbejde.

5.1.5. Boring i fliser med asbestholdig fliseklæber

Der er kun udført en enkelt måling i den kategori. Resultatet kan derfor ikke vurderes i forhold til DS/EN 689:2018+AC:2019. Denne måling skal dog betragtes som worst-case scenarie, hvor mange huller blev lavet på en gang. På trods af at det ligger resultatet under detektionsgrænsen og betydelig under grænseværdien. I praksis vil der mest sandsynligt være udført enkelte huller, hvor samlet eksponering på en 8-timers arbejdsdag ville være begrænset.

5.2. Usikkerheder og begrænsninger

Som beskrevet i kapitel 2.2, har projektet mødt modstand fra udførende, som af flere grunde ikke ønskede at medvirke i undersøgelsen. Der blev derfor udført færre målinger end planlagt, hvor nogle processer indeholder kun enkelte observationer ("boring i fliser med asbestholdig fliseklæber"), eller indeholder tilstrækkelige antal observationer men hvor alle prøver er udtaget på den samme byggesag ("fjernelse af asbestholdige facadeplader" og "forsegling af intakte isoleringsmaterialer på rørinstallationer"). Selvom resultater er ret entydige for disse processer, kan der være forskelle i projektering og udførelsens praksis, som ikke fremgår af resultater af denne undersøgelse.

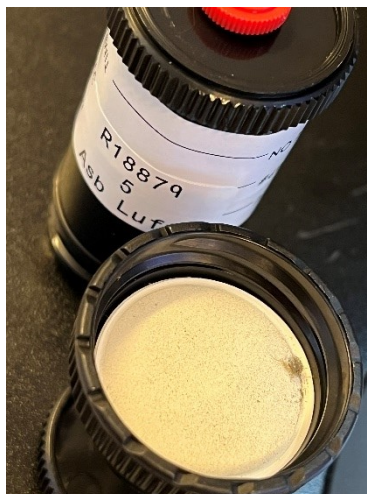
På selve byggepladsen var sproget og travlhed et problem, som havde indflydelse på enkelte målinger. Der arbejdes udenlandske håndværkere på de fleste byggepladser, og mange af dem kan kun kommunikere i deres eget sprog. Dette var en forhindring i forklaring af proceduren før prøvetagning samt efterfølgende i indsamling af detaljerede oplysninger om de udførte processer og forholdene under prøvetagning. Generelt vurderes det ikke at have indflydelse på de målte værdier, med enkelte undtagelser hvor pumpene blev slukket eller taget af af medarbejderen selv; disse tilfælde er noteret i de enkelte tabeller. Der kunne dog være tabt nogle vigtige observationer og detaljeringsgrad af information om det udførte arbejde, og processer blev dog ringere, end hvis sproget ikke var et problem.

I et par tilfælde blev pumperne tabt eller slukket for strøm (stationære prøver) pga. travlhed og uopmærksomhed. Disse tilfælde er også noteret i de enkelte tabeller.

De fleste processer viste sig at være ret støvende, som var en udfordring for analysemetoderne. Nedenstående billeder viser stor forskel mellem filtre fra stationære prøvetagninger, hvor nogle filtre er helt overbelastet og derfor svære at analysere. De store mængder af støv gør filteret ugenomsigtlig, hvilket øger analyseusikkerheden, hvorfor nogle fibre kan være blevet overset.



Billede 5—1. Forskel i støvmængden på stationære filtre



Billede 5—2. Filter dækket med finstøv og stor fibersamling på siden.



Billede 5—3. Filter fuldstændig dækket af støv.

Referencer

- 1 Bekendtgørelse om asbest i arbejdsmiljøet. 2023. BEK nr 807 af 15/06/2023.
- 2 Fonseca AS, Jørgensen AK, Larsen BX, Moser-Johansen M, Flachs EM, Ebbenhøj NE, Bønløkke JH, Østergaard TO, Jeser B, Sherson DL, et al. Historical Asbestos Measurements in Denmark - A National Database. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022;19, 643.
- 3 Dansk Standard. Luftundersøgelse. Arbejdspladsluft. Tællekriterier for asbestfibre. 1981. DS 2169:1981.
- 4 The National Institute for Occupational Safety and Health N. ASBESTOS and OTHER FIBERS by PCM. 1994. NIOSH 7400.
- 5 Christiansen C, Dalvang L. Asbest-Cement tagplader. Mikroanalysebaseret levetidsvurdering og frostprøvning. Teknologisk Institut for FAGLIGT FÆLLES FORBUND; 2023.
- 6 Health and Safety Executive. Asbestos: The Analysts' Guide. Second edition, 2021.