Til
Viborg Kommune og Mercantec

Dokumenttype
Rapport

Dato
Februar, 2015

PCB-HANDLINGSPLAN OG CFD-ANALYSE VINKELVEJ 20, 8800 VIBORG

RAMBØLL

VINKELVEJ 20,
8800 VIBORG

Revision	**0**
Dato	**2015-02-27**
Udarbejdet af	**Jacob Tørring Damsgaard, Michael Aakmann Tøgersen og Lisbeth Odsbjerg**
Kontrolleret af	**Jacob Tørring Damsgaard og Lisbeth Odsbjerg**
Godkendt af	**Lisbeth Odsbjerg (LOV)**
Beskrivelse	**Rapport**

Ref. RamDoc\Projects\2014\1100012237

Vinkelvej 20,
8800 Viborg

INDHOLD

1.	**BAGGRUND**	**1**
2.	**PCB I INDEKLIMA OG MATERIALER**	**1**
2.1	Resultater af materialeprøver	1
2.1.1	Primære kilder	4
2.1.2	Sekundære kilder	5
2.1.3	Tertiære kilder	5
2.2	Resultater af luftprøver	6
3.	**CFD-ANALYSE**	**8**
3.1	A58 og A18 – Undervisningslokaler	9
3.1.1	Scenarier	9
3.1.2	Resultater	10
3.1.3	Konklusion	14
3.2	A80 – Administrationskontor	15
3.2.1	Scenarier	15
3.2.2	Resultater	15
3.2.3	Konklusion	19
3.3	Festsalen	19
3.3.1	Scenarier	20
3.3.2	Resultater	20
3.3.3	Konklusion	24
4.	**VURDERING AF FREMTIDIGE TILTAG**	**25**
4.1	A58 og A18	25
4.2	A80	25
4.3	Festsalen	25
5.	**REFERENCER**	**26**

BILAG

Bilag 1
Situationsplan

Bilag 2
Fotobilag

1. BAGGRUND

Mercantecs bygninger på Vinkelvej 20 i Viborg er i 2014 blevet screenet for miljøfremmede stoffer, herunder Poly Chlorerede Biphenyler (PCB). I skolens hovedbygning fra 1970, er der konstateret massivt indhold af PCB i bl.a. fugemasse anvendt om indvendige døre, ved/langs betonelementer og i facadepartier samt i ældre lysarmaturer.

Materialerne afdamper PCB til indeklimaet i niveauer, som overskrider Sundhedsstyrelsens aktionsværdier for, hvornår man som bygningsejer skal iværksætte foranstaltninger for at nedbringe PCB-koncentrationen /1/. På den baggrund har Mercantec i løbet af sommeren og efteråret 2014 ladet de indvendige fuger og tilstødende bygningsdele forsegle, udskiftet lysarmaturer, iværksat forskellige ventilationstiltag og øget rengøringen i bygningen. Koncentrationerne af PCB i indeluften er på denne baggrund faldet, men er dog fortsat over Sundhedsstyrelsens aktionsværdi på 300 ng/m^3 /2//3/.

Viborg Kommune ønsker, i forbindelse med køb af ejendommen, at fjerne de PCB-holdige kilder fra hovedbygningen for at sikre, at PCB-koncentrationen i indeluften holdes under Sundhedsstyrelsens laveste aktionsværdi på 300 ng/m^3 /4/.

Viborg Kommune og Mercantec har derfor bedt Rambøll om at udføre supplerende undersøgelser af primære, sekundære og tertiære kilder til PCB-afdampning i bygningen samt udføre CFD-analyser i udvalgte rum for på denne baggrund at udarbejde forslag til saneringstiltag.

Denne rapport indeholder resultater af de supplerende undersøgelser og resultaterne af de udførte CFD-analyser med anbefalinger til tiltag, som kan nedbringe koncentrationen af PCB i bygningen.

2. PCB I INDEKLIMA OG MATERIALER

I perioden 1950-1977 anvendte man PCB i produktionen af en lang række materialer og stoffet findes blandt andet ofte i fugemasse, termoruder, lysstofarmaturer, gulvbelægninger og maling.

Byggemateriale med indhold af PCB afdamper under normale fysiske betingelser små mængder PCB til luften. I nogle tilfælde kan afdampningen af PCB være så kraftig, at ophold i en bygning er sundhedsskadelig /1/.

2.1 Resultater af materialeprøver

Til vurdering af, hvilke kilder det er nødvendigt at fjerne for at sænke koncentrationen til under 300 ng/m^3, er det vigtigt at kende omfanget af både primære, sekundære og tertiære kilder i bygningen samt kende de forskellige kilders bidrag til afdampningen til indeluften. Som et redskab til denne vurdering udføres supplerende undersøgelser af primære, sekundære og tertiære kilder.

Materialer, hvor PCB er tilsat under produktionen, kan indeholde meget høje koncentrationer af PCB. Disse materialer kan afdampe PCB og de betegnes som primære kilder til PCB i indeklimaet. Via direkte afsmitning kan PCB fra eksempelvis fugemasse diffundere ind i tilstødende materialer såsom murværk, beton eller vinduesrammer. De tilstødende materialer kan over tid komme til at indeholde betydelige mængder PCB, som også kan medvirke til afdampning af PCB. Disse materialer betegnes som sekundære kilder til PCB i indeklimaet. Endelig kan afdampet PCB sætte sig i øvrige materialer i lokalerne (det kan være maling eller linoleumsgulve fremstillet uden PCB). Disse materialer kan ligeledes potentielt afdampe PCB til indeklimaet og betegnes som tertiære kilder til PCB i indeklimaet.

Der er foretaget en række undersøgelser af materialer i bygningen til brug ved kortlægning af primære, sekundære og tertiære kilder til PCB i indeklimaet.

Indledningsvist blev bygningen screenet for materialer med indhold af PCB, og screeningen blev derefter suppleret med yderligere undersøgelser. I forbindelse med udarbejdelse af handlingsplaner for yderligere tiltag til nedbringelse af PCB-afdampning i bygningen er der foretaget en grundig undersøgelse i fire udvalgte lokaler i bygningen. Det drejer sig om materialer anvendt ind- og udvendigt i Festsalen (lokale A44), på administrationskontoret (lokale A80) og i undervisningslokaler (lokalerne A18 og A58).

Af Tabel 2.1 fremgår resultaterne fra de materialeprøver, der er udtaget fra bygningen og analyseret for indhold af PCB. Situationsplaner og fotobilag fremgår af Bilag 1 og 2.

Lokale	**Prøve nr.**	**Beskrivelse**	**Analyseresultat PCB_{total} [mg/kg]**
A44 (festsal)	P22	Lak/polish på gulvklinke	**1.300**
	P23	Maling på betonoverliggere	**110**
	P24	Fuge over overligger ved vinduer	**140**
	P25	Fuge langs trælister ved vinduesoverligger	*13*
	P26	Lydisoleringsbats (mineraluld med brun overflade)	*17*
	P27	Træmaling på foldedør ind mod kantinen	**110**
	P28	Vægmaling på nyere gipsplader	*45*
	P29	Træmaling/gerigt om dobbelt indgangsdør (ved fuge)	**260**
	P30	Træmaling/vinduesramme (ved fuge)	**2.200**
	P31	Træmaling på vinduesrammer	**260**
	P32	Fuge/kit om øverste fire vinduer (oprindelige glas)	**2.000**
	P33	Fugemasse om vinduespartier (side) (udvendigt)	**120.000**
	P34	Fugemasse om vinduespartier (bund) (udvendigt)	**170.000**
	P35	Betonmaling på søjler (udvendigt)	*10*
	P36	Træmaling/finer af indgangsdør	*20*
	P37	Træmaling på vinduesrammer (udvendigt)	**72**
	P38	Træmaling på døre til altan og på plader i facade	**180**
A80 (kontor)	P39	Træmaling/gerigt om indgangsdør (ved fuge)	**100**
	P40	Træmaling på døre	**100**
	P41	Vægmaling på betonsøjler	**260**
	P42	Tæppeflise (nyere)	*35*
	P43	Gulvmaling under tæppefliser	*5*
	P44	Loftsplade (nyere)	*37*
	P45	Træmaling/plade under vinduer	**320**
	P46	Træmaling/træværk om ruder	**130**
	P50	Fuge/kit om vinduer (oprindelige glas)	**3.400**
	P47	Fuge om vinduer (udvendigt)	**140.000**
	P48	Maling på betonsøjler (udvendigt)	*6*
	P49	Træmaling på vinduesrammer (udvendigt)	**110**

A18 (undervisning)	P51	Træmaling/gerigt om indgangsdør (ved fuge)	**4.000**
	P52	Plastfodpanel	**1.700**
	P53	Linoleumsgulv	**200**
	P54	Træmaling på plader under vinduer	**730**
	P55	Fuge/kit om vinduer ved indgangsdør enkeltlagsglas)	**58**
	P56	Træmaling på lægter i loft som loftsplader hviler på	**380**
	P57	Loftsplade	**94**
	P58	Metalmaling radiatorrør	**110**
	P59	Træmaling/vinduesramme (ved glas)	**170**
	P60	Fuge om vinduer (udvendigt)	**160.000**
	P61	Maling på betonsøjler (udvendigt)	*10*
	P62	Træmaling på vinduesrammer (udvendigt)	**150**
	P63	Træmaling på indbygningsskabe	**89**
	P82	Fugekit om smalle aflange vinduer (udvendigt)	**2.300**
A58 (undervisning)	P64	Træmaling/gerigt om indgangsdør (ved fuge)	**380**
	P65	Plastfodpanel	**630**
	P66	Linoleumsgulv	**94**
	P67	Træmaling på plader under og over vinduer	**550**
	P68	Fuge/kit om vinduer ved indgangsdør enkeltlagsglas)	*49*
	P69	Træmaling på lægter i loft som loftsplader hviler på	**330**
	P70	Loftsplade	**170**
	P71	Metalmaling radiatorrør	*28*
	P72	Træmaling/vinduesramme (ved glas)	**96**
	P73	Fuge under vinduer (udvendigt)	**120.000**
	P74	Maling på altangulv (udvendigt)	**80**
	P75	Træmaling på vinduesrammer (udvendigt)	**610**
	P76	Træmaling på indbygningsskabe (indvendigt)	*28*
	P77	Træmaling på indbygningsskabe (på låger)	**150**
	P78	Træværk over gipslofter (oprindelige lægter)	*26*
	P79	Træmaling/gerigt om facadeparti (ved fuge)	**650**
	P80	Fugekit om smalle aflange vinduer (udvendigt)	**2.200**
	P81	Fuge mellem betonoverligger/facadeplade (udvendigt)	**140.000**
	P85	Brystningsplade (udvendigt)	**380**
	P19	Fugemasse på isoleringsbats i ventilationskasse	**350**
	P20	Isoleringsbat med støv	*13*
	P21	Fugemasse (grå) udvendigt under facadeparti	**140.000**
A15	P6	Fugemasse, indvendige ved vinduesparti	**46.000**
	P7	Fugemasse om indvendige døre	**160.000**
A16	P8	Fugemasse, indvendige ved vinduesparti	**120.000**
	P9	Fugemasse, om indvendige døre	**160.000**
A30	P15	Fugemasse, om indvendige døre	*36*
A42 (kantine)	P14	Støv i lydisolerende bats	*1,2*
A61	P11	Fugemasse, udvendigt ml. betonelementer	**14.000**
A62	P10	Fugemasse, udvendigt omkring vinduesparti	**49.000**
A68	P16	Fugemasse, om indvendige døre	**50**
Gang v/A05	P1	Fugemasse om indvendige døre	**17.000**
Depot v/A05	P2	Linoleumsgulv, Depot	*11*

A06	P3	Betonmaling, på søjler	*30*
(dekoration)	P17	Kondensator fra lysstofarmatur	***1.200.000****
A04	P4	Betonmaling på vægge	*42*
(bibliotek)	P18	Kondensator fra lysstofarmatur	***860.000***
Teknikrum	P13	Støv i ventilationsanlæg (kælder)	*33*
Loft	P12	Støv i ventilationsanlæg	**140**
Gang v/elevator	P5	Fugemasse ved betonsøjler, Aula	**24.000**

Tabel 2.1 Analyseresultater – materialeprøver. I.p.: Ikke påvist. Med fed er angivet værdier som betyder, at fraktionen skal håndteres som farligt affald og bortskaffes til NORD. Med kursiv er angivet værdier som betyder, at fraktionen skal håndteres som PCB-holdigt affald og bortskaffes til forbrænding eller deponi. Ved screeningen blev der konstateret indhold af PCB i alle analyserede materialeprøver. * PCB_{total} er beregnet som sum af 7 PCB kongener korrigeret med en faktor svarende til PCB-blandingen Arochlor 1254. Usikkerheder på bestemmelse af koncentrationen af de enkelte kongener og ved estimering af PCB-blandingstype og efterfølgende beregning af PCB_{total} kan medføre, at et resultat fejlagtigt viser, at PCB-indholdet i prøven er højere end 100 % (1.000.000 mg/kg).

For at undersøge indtrængningen af PCB i materialer, som støder op til PCB-holdig fugemasse, er der udtaget en borekerne af beton ved fuge langs betonsøjle og udhugget en mursten ved fuge om indvendig dør.

Prøverne er udtaget ved gangareal i underetagen udfor elevatoren og i et depotrum. Det er områder, hvor der ikke er personer med "fast arbejdssted" og risikoen for udsættelse af PCB ved brud på forseglingen er lav.

Beton og mursten er opskåret i skiver, hvor første skive er skåret fra enden mod fugemassen (fugemassen er renset af inden opskæring). Skiverne har en tykkelse på 5 mm.

I Tabel 2.2 ses, at indtrængningen af PCB i materialerne kan registreres lige langt ind i prøverne uanset om de er udtaget af beton eller mursten. Samtidig ses det, at koncentrationen af PCB er størst i de snit, der er lavet i betonen.

Indholdet af PCB i fugemassen fra de to udtagne prøver er med koncentrationer på 15.000-24.000 mg/kg, hvilket er væsentligt lavere end de værdier der er konstateret i prøver udtaget af fugemasse anvendt om øvrige indvendige døre og om vinduespartier, hvor niveauerne har været op til 160.000 mg /kg. Rambøll har på andre projekter konstateret, at indtrængningen i beton og mursten, ved så høje koncentrationer af PCB i fugemassen, er op til 50 mm. Der er derfor i forbindelse med de videre undersøgelser regnet med en indtrængning på 50 mm.

Lokale	**Prøve nr.**	**Beskrivelse**	**Analyseresultat PCB_{total} [mg/kg]**							
			Fugemasse	Afstand fra fugemasse ind i sekundært materiale [mm]						
				0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35
Gang	P83	Fuge ved betonsøjle	**24.000**	**780**	**160**	**68**	*28*	*5,9*	*6,3*	*3,6*
Depot	P84	Fuge om dør	**15.000**	*48*	*12*	*4,5*	*8,4*	*7*	*5*	*3,8*

Tabel 2.2 Analyseresultater – indtrængning af PCB i beton og mursten. I.p.: Ikke påvist. Med **fed** er angivet værdier som betyder, at fraktionen skal håndteres som farligt affald og bortskaffes til NORD. Med *kursiv* er angivet værdier som betyder, at fraktionen skal håndteres som PCB-holdigt affald og bortskaffes til forbrænding eller deponi.

2.1.1 Primære kilder

Det vurderes, at de primære kilder til afdampning af PCB til indeklimaet er udbredt brug af elastisk fugemasse med indhold af PCB op til 16 %. Der er tale om følgende materialer:

- Elastiske fuger omkring indvendige døre mv.
- Elastiske fuger ved ventilationskasser
- Elastiske fuger om oprindelige vindues-/facadepartier (ind-og udvendige fuger)
- Oprindelige termoruder

Om alle indvendige døre i bygningen er der mellem dørkarm og murværk anvendt fugemasse med højt indhold af PCB. Enkelte steder er der konstateret en koncentration i fugemasse under 50 mg/kg men det vurderes, at disse fuger er udskiftet i nyere tid.

I lokalerne i undervisningsfløjen er der anvendt PCB-holdig fugemasse til tætning af en ventilationskasse og til tætning omkring dækplader til installationer.

Facadepartierne er fuget ind- og udvendigt med PCB-holdig fugemasse. Fugemassen er anvendt på alle fire leder af partierne (i siderne, i bunden og i toppen). Indvendigt er der fuget om betonoverliggere og facadeplader. Disse er i dag skjult af nyere gipspladelofter.

I kontorfløjen er en del af vinduerne fra bygningens opførelse og der er konstateret indhold af PCB i det kit/fugemasse der sidder mellem glas og vinduesrammer. I undervisningsfløjen er de store termoruder udskiftet i 1989, men i hvert lokale sidder der en række lave vinduer, hvor der ligeledes er konstateret indhold af PCB i kit/fugemasse mellem glas og vinduesrammer. Indholdet af PCB i kit/fugemasse er 2.000-3.400 mg/kg.

Ved de indledende undersøgelser blev der registreret nogle ældre lysstofarmaturer i lokale A03 og A04 (bibliotek) og i lokale A06 (dekoration). Kondensatorerne i disse armaturer indeholdte olie med en meget høj koncentration af PCB (op til 100 %). Olien kan lække fra ældre kondensatorer og give anledning til meget høje koncentrationer af PCB i indeklimaet. Mercantec har nu udskiftet alle ældre lysstofarmaturer i bygningen.

2.1.2 Sekundære kilder

Den elastiske fugemasse har siden bygningens opførelse afgivet PCB til tilstødende materialer. Det vurderes, at følgende materialer i dag har et højt indhold af PCB som skyldes direkte kontakt med PCB-holdig fugemasse:

- Murværk og betonelementer
- Træværk om indvendige døre
- Træværk i facadepartier
- Vinduesrammer

Prøverne af betonborekerne og mursten, som har siddet op ad PCB-holdig fugemasse viser, at PCB diffunderer fra fugemassen ind i de tilstødende materialer.

Der er ligeledes påvist relativt højt niveau af PCB udtaget prøver af maling/træværk, som sidder umiddelbart op til PCB-holdig fugemasse (130-2.200 mg PCB/kg).

2.1.3 Tertiære kilder

De primære kilder har siden bygningens opførelse afdampet PCB til indeklimaet og PCB har sat sig i øvrige materialer anvendt i bygningen.

Der er konstateret indhold af PCB i alle udtagne prøver fra bygningen. Der er udtaget prøver fra følgende materialer:

- Maling (på ind- og udvendige overflader)
- Polish på gulvklinker (i gangarealer, kantine og festsal)
- Linoleumsgulv
- Gulvtæppefliser (i kontorfløj)
- Loftsplader
- Lydisolerende bats (kantine og festsal)
- Isoleringsmateriale i ventilationskasser

- Støv (i ventilationsanlæg)
- Plastfodpaneler anvendt i undervisningslokaler

Derudover kan der forventes at være lavt indhold af PCB i inventar i bygningen. Jo længere tid inventaret har været i bygningen, jo højere er indholdet af PCB.

I enkelte udtagne prøver er indholdet af PCB så højt, at der kan være tale om, at materialerne (maling, polish og fodpanelerne) er blevet tilsat PCB under produktionen. Materialerne er medtaget i dette afsnit, fordi deres indhold af PCB er ca. 100 gange lavere end de primære kilder, der er nævnt i afsnittet om primære kilder, og deres afdampning forventes at være tilsvarende lavere.

Træværk der har været malet siden bygningens opførelse (eksempelvis facadeplader under vinduer og trælægter i loftet i undervisningslokalerne) viser indhold af PCB på op til 550 mg/kg. Betonmaling på søjler i kontorer viser ligeledes et højt indhold af PCB (260 mg/kg). Maling på nyere gipsplader (eksempelvis ved ”lounge” i festsal) viser et indhold af PCB på 45 mg/kg.

Der er påvist indhold af PCB op til 1.300 mg/kg i polish anvendt på gulvklinker i festsal, kantine og på gangarealer i bygningen.

Linoleum er anvendt i undervisningslokaler og på gange. Der ligger tæppefliser på gulvene i kontorene. Det vurderes, at disse belægninger er nyere. Indholdet af PCB i gulvbelægningerne er 11-200 mg/kg, de højeste værdier konstateret i linoleumsgulve i undervisningslokaler.

Der er nyere gipspladelofter i undervisningslokaler og kontorer. Der er konstateret indhold af PCB på 37-170 mg/kg i prøver udtaget af loftsplader.

Kantinen og festsal er udført med murede vægge, hvor der er ilagt lydisolerende bats (brunlig overflade). Der er konstateret lavt indhold af PCB i disse bats (1,2-17 mg/kg).

I undervisningslokalerne er etableret ventilationskasser, hvor ventilationsluft er blevet blæst ind, og lukket ud gennem riste i kassernes overside. Ristene er i dag afløst af indblæsning af luft over loft. Dette er udført ved at der er rørført fra ventilationskasser til loft. Ventilationskasser er isoleret med bats. Nogle steder er batsene påført sort fugemasse/imprægnering. Indholdet af PCB i batsene er bestemt til 13 mg/kg og indholdet af PCB i fugemassen/imprægneringen til 350 mg/kg.

Undervisningslokalerne har plastfodpaneler med et indhold af PCB på 630-1.700 mg/kg.

2.2 Resultater af luftprøver

På baggrund af en indledende screening af PCB i bygningen er der opsamlet luftprøver til bestemmelse af indholdet af PCB i indeklimaet. Resultaterne kan sammenlignes med Sundhedsstyrelsens aktionsværdier for PCB i indeklimaet /1/. Resultaterne af luftprøverne benyttes til at vurdere, om det er nødvendigt at iværksætte særlige tiltag i bygningen for at reducere brugernes udsættelse for PCB.

Ved den første målerunde foretaget i maj 2014, blev der i tre lokaler konstateret et indhold af PCB i indeluften over Sundhedsstyrelsens aktionsværdi på 3.000 ng PCB/m^3 (3.300-4.700 ng PCB/m^3). Ved så høje værdier anbefaler Sundhedsstyrelsen, at man uden unødig forsinkelse griber ind og Mercantec besluttede på den baggrund, at lade de indvendige fuger i bygningen forsegle.

I Tabel 2.3 ses et udsnit af resultaterne for de prøver, der er opsamlet i lokalerne A18, A44, A58 og A80. Disse resultater er desuden anvendt som input til de udførte CFD-analyser. Der er ikke

foretaget prøvetagning for PCB i indeklimaet i lokale A80 før forseglingen blev foretaget, men det forventes, at koncentrationen var høj (sandsynligvis i nærheden af 3.000 ng/m^3), da der var stort omfang af PCB-holdige materialer og ingen mekanisk ventilation i lokalet. På baggrund af den relativt høje værdi for PCB i indeklimaet konstateret ved målingen i september 2014, er der efterfølgende opsat et ventilationsanlæg (Airmaster) i lokalet. Desuden er der foretaget en rørføring af ventilationskanalerne i A18 og A58, så luften ikke passerer henover det PCB-holdige isoleringsmateriale inden udblæsning i lokalerne.

Det fremgår af Tabel 2.3, at der er sket et væsentligt fald i indholdet af PCB i indeluften i lokalerne. Koncentrationen af PCB er stadig over Sundhedsstyrelsens grænse for, hvornår ophold i længere tid vurderes at kunne medvirke til sundhedsskader (300 ng PCB/m^3).

Lokale	**Anvendelse**	**Prøve nr.**	**Analyseresultat PCB_{total} [ng/m^3]**	
			Tidspunkt for prøvetagning	
			5/2014	2/2015
A44	Festsal	L10/L40	**570**	**470**
A18	Undervisning	L12/L37	**2.000**	**700**
A58	Undervisning	L1/L43	**2.700**	**550**
A80	Kontor	L31/L46	-	**560**

Tabel 2.3 Analyseresultater – luftprøver. I.p. betyder ikke påvist. Med **fed** er angivet værdier, som overskrider Sundhedsstyrelsens aktionsværdi for, hvornår der skal træffes foranstaltninger til at nedbringe koncentrationen i indeluften.

3. CFD-ANALYSE

Computational Fluid Dynamics (CFD), og er en computerbaseret metode til beregning af strømninger i bl.a. væsker og luft, herunder luft-, temperatur- og koncentrationsfordeling i ventilerede lokaler, røgudbredelse fra en brand, forureningsudbredelse fra udslip ol.

Formålet med denne CFD-analyse er at undersøge, hvordan den rumlige fordeling af PCB ser ud baseret på de kilder, som findes i lokalerne og hvilke tiltag, der forventes at skulle udføres for at sikre, at PCB-koncentrationen i indeluften holdes under Sundhedsstyrelsens laveste aktionsværdi på 300 ng/m^3.

Metoden anvender en CAD-model af det område, som skal undersøges. Området inddeles i mange små celler, hvori de relevante parametre beregnes, og det er dermed muligt at få detaljerede informationer, der ellers ikke er tilgængelige. De virkelige forhold vil derfor afspejles i modellen og kunne vises som visualiseringer. Ligeledes vil tiltag kunne sammenlignes for at undersøge effekter og forskelle inden tiltagene implementeres.

Alle simuleringer er foretaget i Ansys CFX version 14. (www.ansys.com). Simuleringerne er såkaldte steady state eller konstante over tiden. CFD-analysen er en model af virkeligheden, der viser et øjebliksbillede af den forventede middelværdi af PCB-koncentrationen i de forskellige lokaler, hvor analysen er foretaget. Da modellen er et øjebliksbillede vil den ikke vise alle dynamiske forhold, som kan have en indvirkning på PCB-afdampningen, herunder årstidsvariationer, ændringer i tryk-, temperatur- og vindforhold ol.

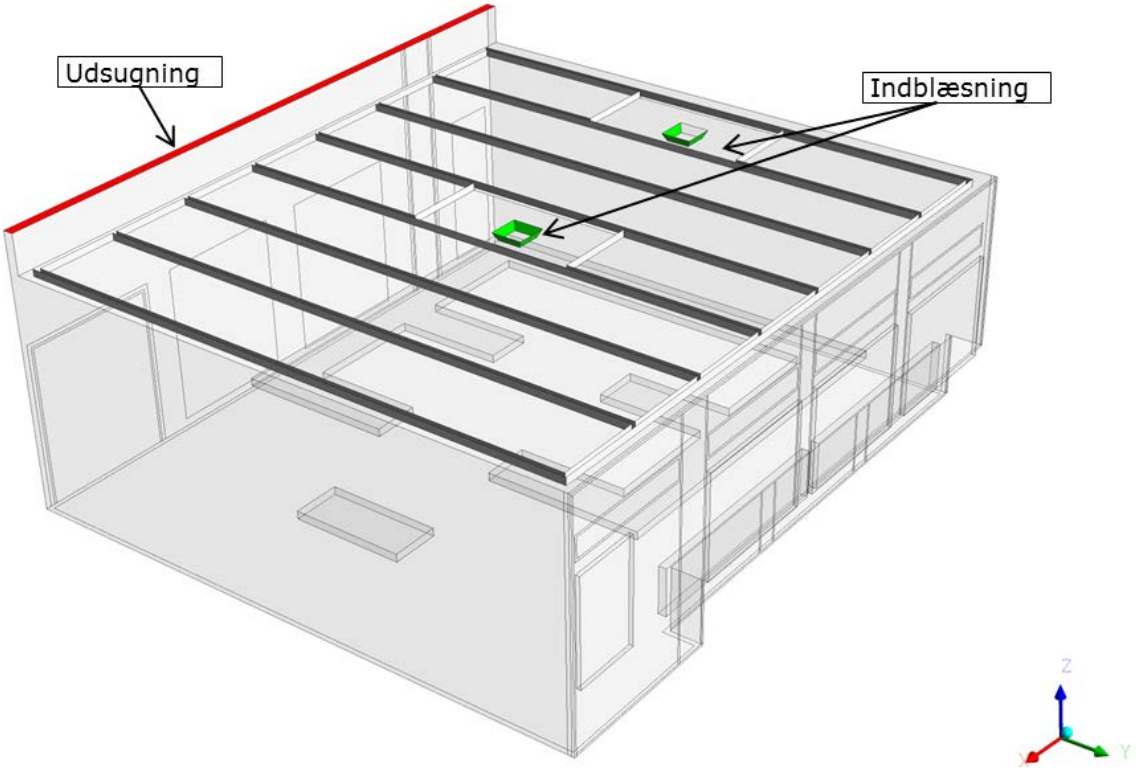
Som grundlag for CFD-analyserne er resultaterne af de udførte PCB-undersøgelser, opmålinger af PCB-holdige kilder, opmåling af rumdimensioner og erfaringstal for PCB-afdampning fra PCB-holdige bygningsdele blevet anvendt. Desuden er de eksisterende ventilationsforhold i de enkelte lokaler (herunder rørføring af ventilationskanaler i klasselokalerne og etablering af Airmaster-anlæg på administrationsgangen) anvendt som grundlag for modellen. Det er forudsat, at bygningerne er ryddet for eksisterende inventar, som møbler ol., som potentielt vil kunne bidrage til PCB-afdampningen.

Der er udført CFD-analyser i følgende fire udvalgte lokaler, som vurderes at være repræsentative for bygningen:

- A58 - undervisning (indgangsetagen) og A18 - undervisning (underetagen)
- A80 - kontor (administrationskontor)
- A44 - Festsalen

3.1 A58 og A18 – Undervisningslokaler

Af Figur 3.1 fremgår den opbyggede model af lokale A58. Da lokale A58 og A18 har vist sig at være næsten identiske i forhold til dimensioner, PCB-holdige kilder mv., er det valgt at vise simuleringerne for lokale A58, som vil være gældende for både A18 og A58. På figuren er indblæsning og udsugning markeret med hhv. grønt og rødt. I modellen indblæses der 1.000 m^3/h frisk luft.



Figur 3.1: Opbygget model til simulering af PCB forurening i lokale A58.

3.1.1 Scenarier

Der er i forbindelse med CFD-analyserne udarbejdet modeller for en række scenarier, hvor forskellige PCB-holdige bygningsdele er fjernet fra lokalet. Nedenfor fremgår de scenarier, der er regnet på i lokale A58.

Cases for CFD-analyser:

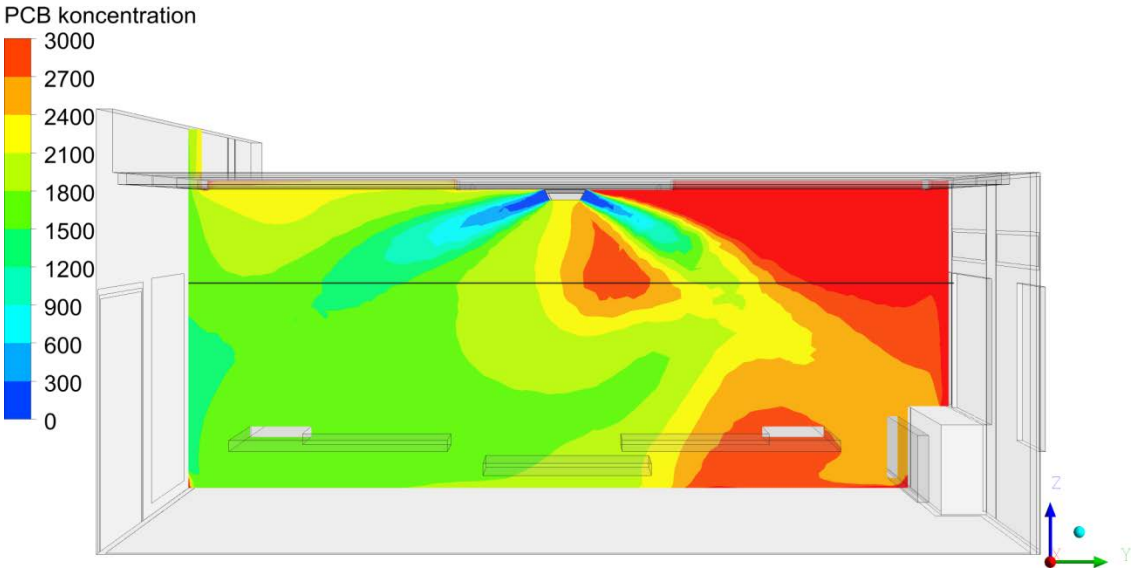
- Case A – Basisscenarium, hvor alle PCB-holdige kilder afdamper til indeluften (ingen forsegling ol.).
- Case B – Indvendige, elastiske fuger og tilstødende murværk forsegles (den nuværende situation).
- Case C – De elastiske fuger fjernes.
- Case D – De elastiske fuger fjernes og murværk, som har været i berøring med PCB-holdige fuger, forsegles.
- Case E – Alle elastiske fuger fjernes samt murværk, som har været i berøring med PCB-holdige fuger.
- Case F - Alle elastiske fuger fjernes. Murværk, som har været i berøring med PCB-holdige fuger, forsegles og den ydre facade udskiftes. Desuden fjernes den indvendige dør til lokalet.
- Case G – Samme scenarium som case F plus fjernelse af gulv og plastfodpaneler.

3.1.2 Resultater

Resultaterne af CFD-analyserne, udarbejdet på baggrund af ovenstående scenarier, fremgår af Figur 3.2-3.10 (der er forskel på farveskalaerne for koncentrationsintervallerne på nogle af figurerne, for at kunne skelne mellem de lave koncentrationer). Der er desuden indlagt en linje i 2 meters højde på figurerne, for at vise den rumluft, bygningsbrugerne typisk vil opholde sig i.

Case A

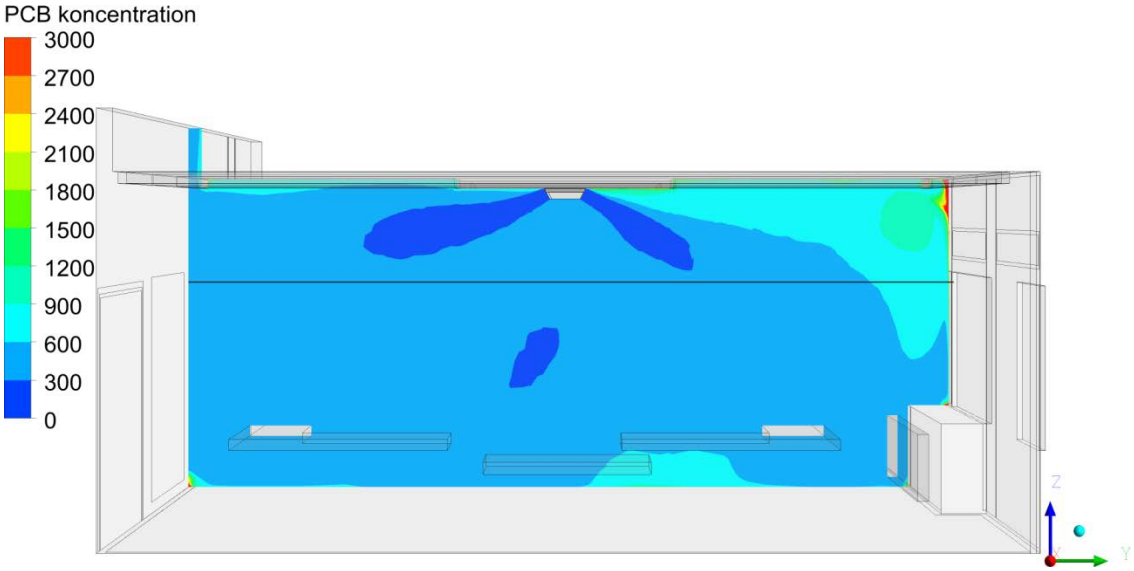
Figur 3.2 viser case A, som er basisscenariet, hvor alle PCB-holdige kilder afdamper til indeluften (ingen forsegling ol.).



Figur 3.2: Fordeling af PCB koncentration for case A i lokale A58 på et tværsnit.

Case B

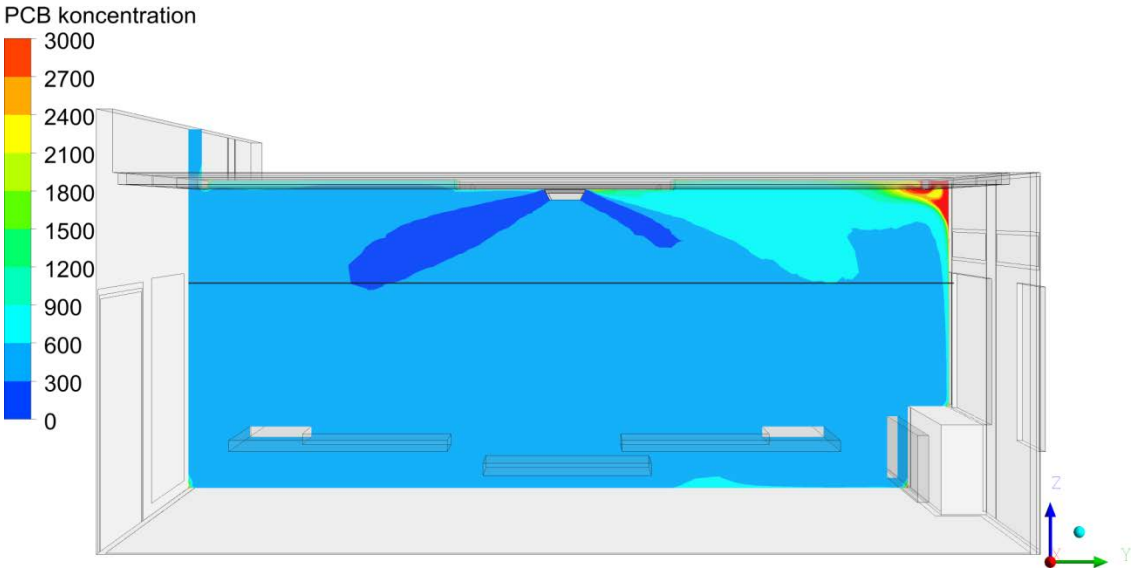
Figur 3.3 viser case B, hvor de indvendige, elastiske fuger og tilstødende murværk er forseglet (den nuværende situation).



Figur 3.3: Fordeling af PCB koncentration for case B i lokale A58 på et tværsnit.

Case C

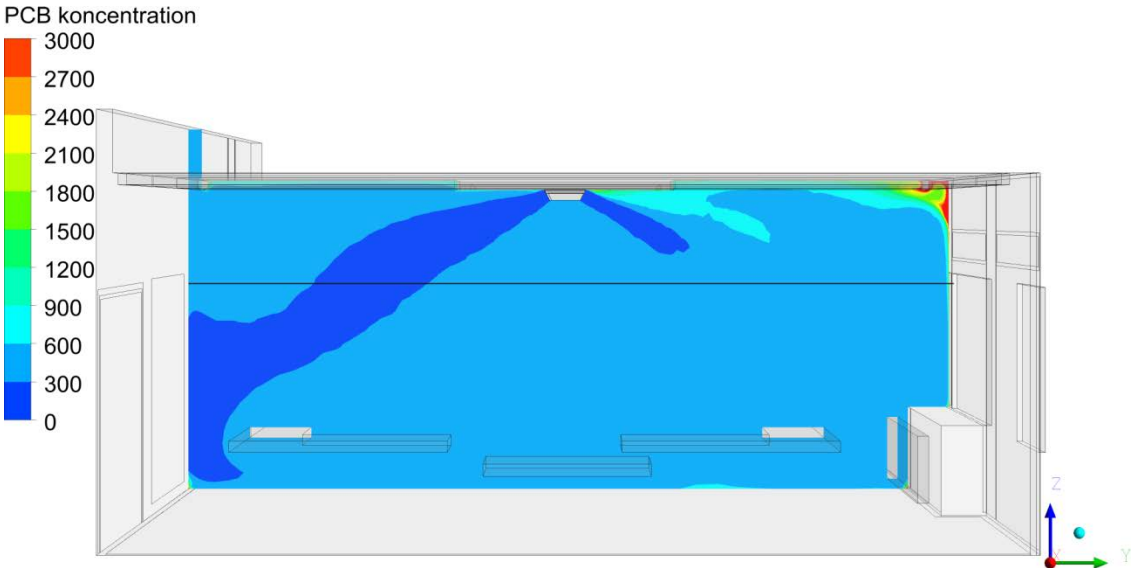
Figur 3.4 viser case C, hvor de elastiske fuger er fjernet fra lokalet.



Figur 3.4: Fordeling af PCB koncentration for case C i lokale A58 på et tværsnit.

Case D

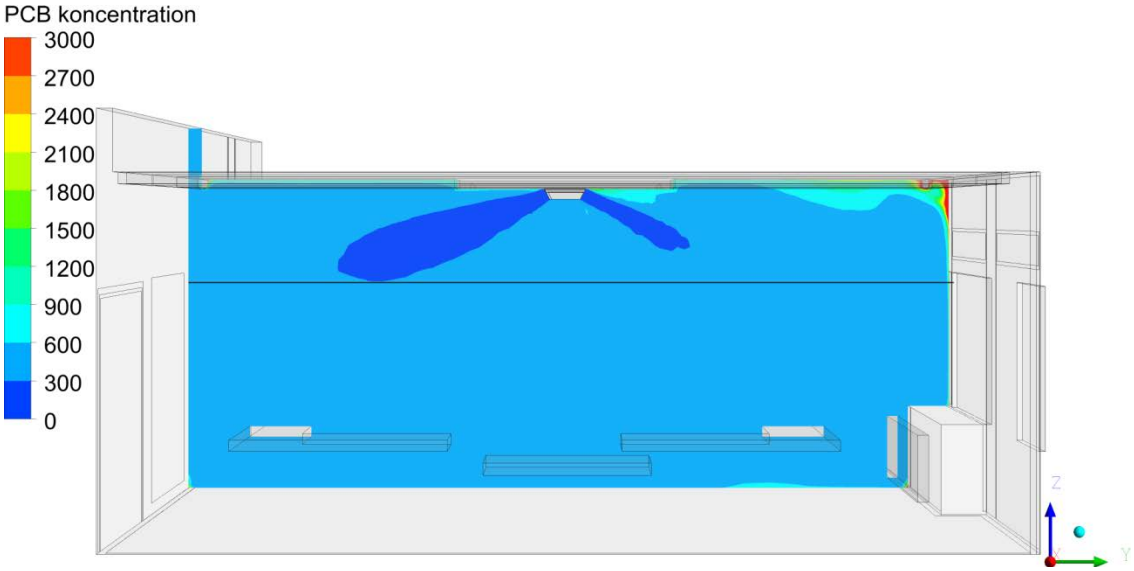
Figur 3.5 viser case D, hvor de elastiske fuger er fjernet og murværk, som har været i berøring med PCB-holdige fuger er forseglet.



Figur 3.5: Fordeling af PCB koncentration for case D i lokale A58 på et tværsnit.

Case E

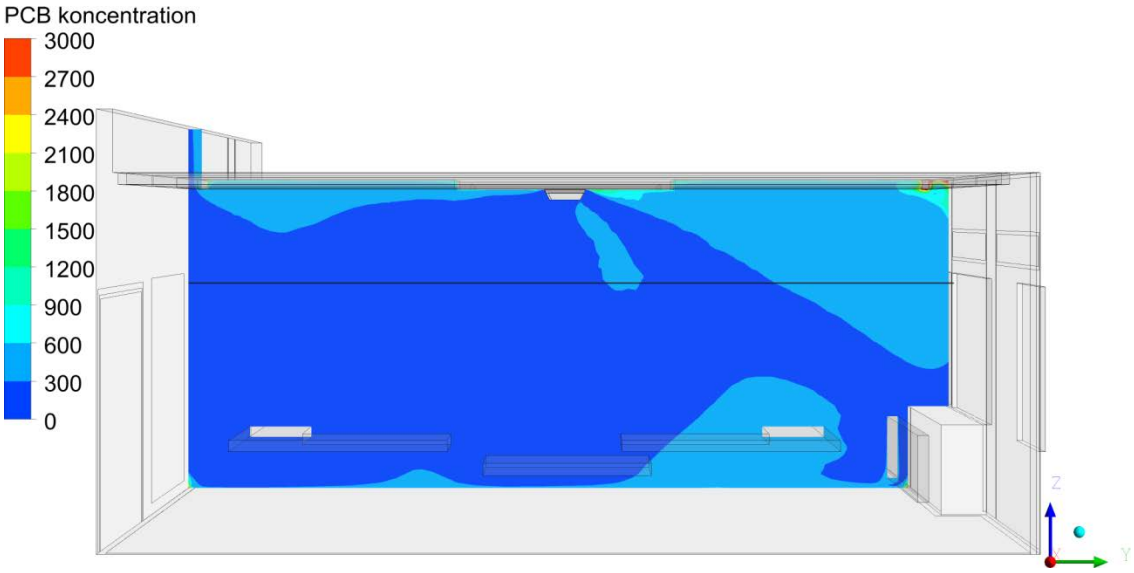
Figur 3.6 viser case E, hvor alle elastiske fuger og murværk, som har været i berøring med PCB-holdige fuger fjernes.



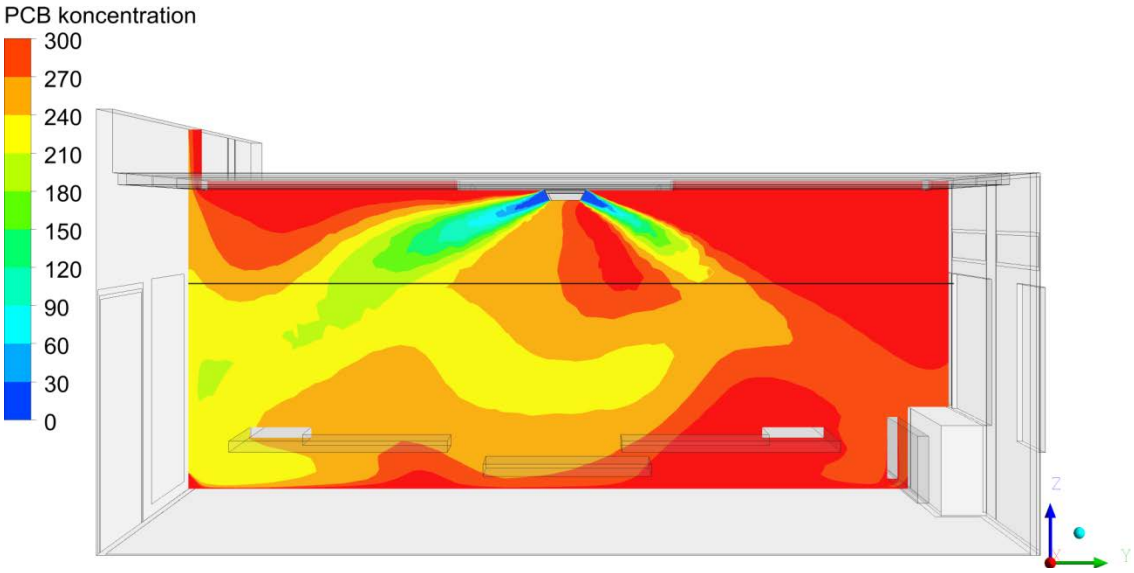
Figur 3.6: Fordeling af PCB koncentration for case E i lokale A58 på et tværsnit.

Case F

Figur 3.7 og 3.8 viser case F, hvor alle elastiske fuger er fjernet. Murværket, som har været i berøring med PCB-holdige fuger, forsegles og den ydre facade udskiftes. Det vil sige, at der ikke længere afgives PCB fra facaden. Desuden fjernes den indvendige dør til lokalet. Vær opmærksom på, at skalaen for PCB-koncentrationen er forskellig på Figur 3.7 og Figur 3.8.



Figur 3.7: Fordeling af PCB koncentration for case F i lokale A58 på et tværsnit.

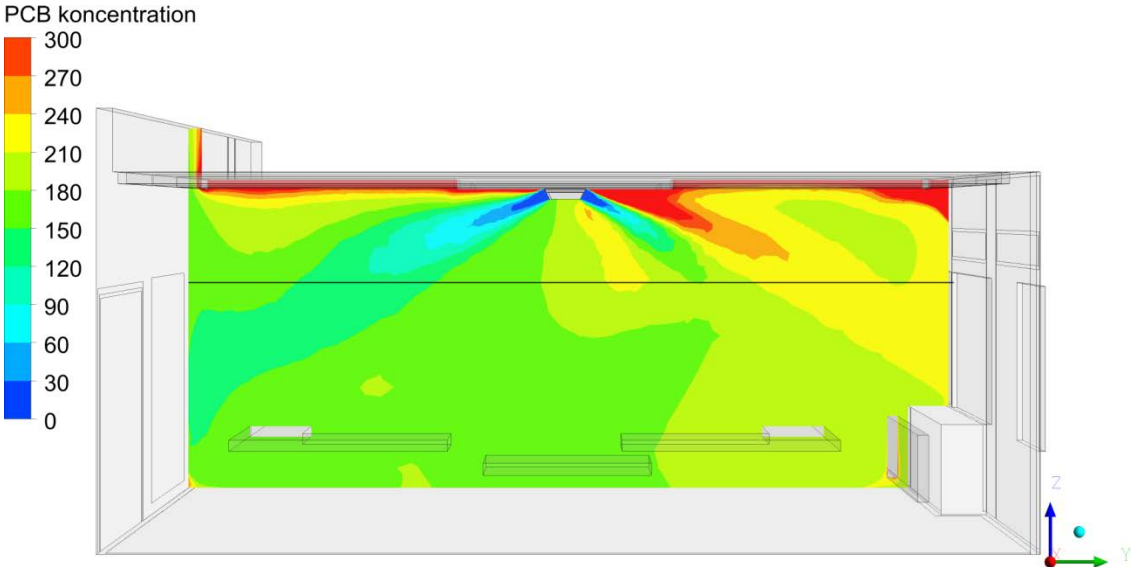


Figur 3.8: Fordeling af PCB koncentration for case F i lokale A58 på et tværsnit.

Case G

Figur 3.9 og 3.10 viser case G, som omfatter de samme tiltag som case F plus fjernelse af gulvet og plastfodpanelerne. Vær opmærksom på, at skalaen for PCB-koncentrationen er forskellig på Figur 3.9 og Figur 3.10.

Figur 3.9: Fordeling af PCB koncentration for case G i lokale A58 på et tværsnit.



Figur 3.10: Fordeling af PCB koncentration for case G i lokale A58 på et tværsnit.

3.1.3 Konklusion

Ovenstående figurer viser fordelingen af PCB i lokale A58 (og A18). Som det fremgår af figurerne, varierer koncentrationerne rundt i lokalet afhængig af kildernes placering, kildestyrke ol.

Af Tabel 3.1 fremgår de beregnede middelkoncentrationer for PCB-afdampningen ved de syv cases. Koncentrationerne ligger på samme niveauer som de tidligere udførte luftmålinger af PCB-koncentrationerne i indeluften. De målte koncentrationer svarer til case A og B.

Lokale A58 - Undervisningslokale	PCB middelkoncentration [ng/m^3]
Case A	**2.700**
Case B	**556**
Case C	**527**
Case D	**459**
Case E	**457**
Case F	**320**
Case G	215

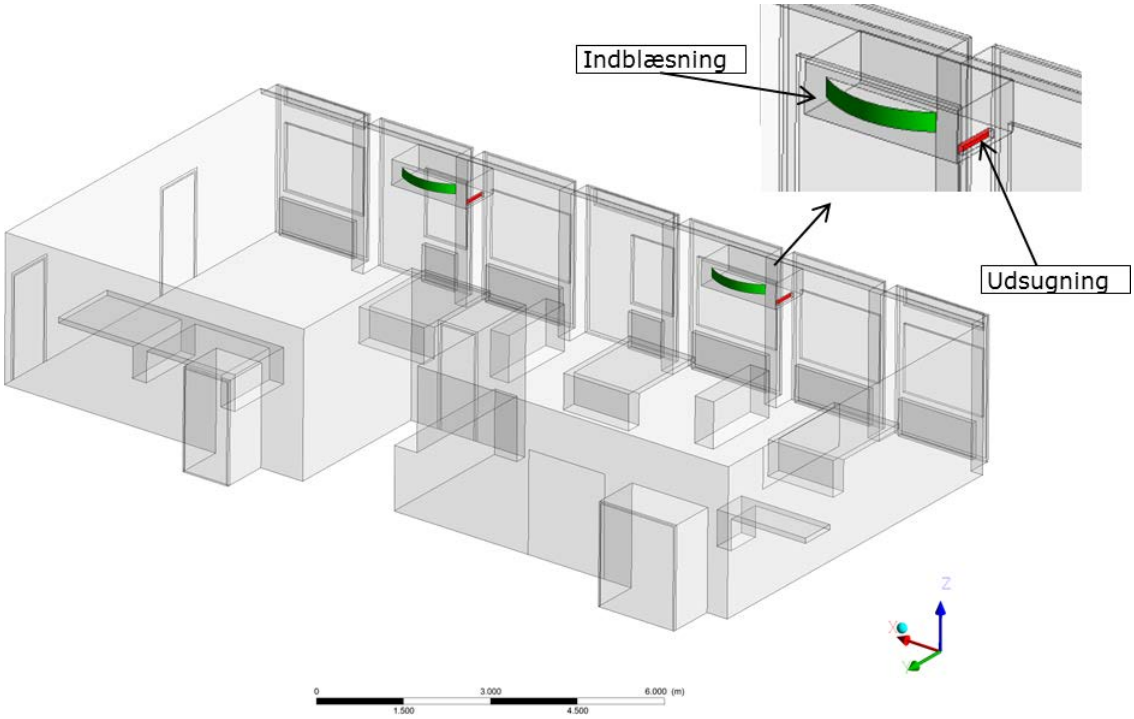
Tabel 3.1: Oversigt for middelkoncentrationen af PCB i lokale A58 for de simulerede scenarier. Med **fed** er angivet værdier, som overskrider Sundhedsstyrelsens aktionsværdi for, hvornår der skal træffes foranstaltninger til at nedbringe koncentrationen i indeluften.

Som det fremgår af tabellen, vil middelkoncentrationen af PCB først være under Sundhedsstyrelsens aktionsværdi på 300 ng/m^3 ved case G, hvor alle elastiske fuger er fjernet, murværket, som har været i berøring med PCB-holdige fuger er forseglet, og den ydre facade, de indvendige døre, gulvet og plastfodpanelerne er fjernet.

Ved sammenligning af case D og E, hvor murværket i D forsegles og i E fjernes, fremgår det af modellen, at der er en ubetydelig forskel på koncentrationerne ved de to cases. Ved en økonomisk sammenligning vil der dog være stor forskel på udgifterne forbundet med disse to scenarier, da det vil være meget omkostningstungt og sandsynligvis teknisk krævende at udskifte al murværk, som har været i berøring af elastiske fuger. Det er på denne baggrund valgt ikke at anvende case E ved simuleringerne i de andre lokaler.

3.2 A80 – Administrationskontor

Den opbyggede model af kontoret er vist på Figur 3.11. Der er i januar 2015 blevet monteret to decentrale ventilationsarmaturer i kontoret, som er af typen Airmaster AML 500 H. Hver enhed indblæser 550 m^3/h frisk luft og udsuger ligeledes 550 m^3/h fra kontoret. Indblæsning og udsugning er markeret med hhv. grønne og røde flader på figuren.



Figur 3.11: Opbygget model til simulering af PCB forurening i lokale A80. Udsugning og indblæsning er markeret med hhv. rød og grøn.

3.2.1 Scenarier

Nedenfor fremgår de scenarier, der er regnet på i lokale A80.

Cases for CFD-analyser:

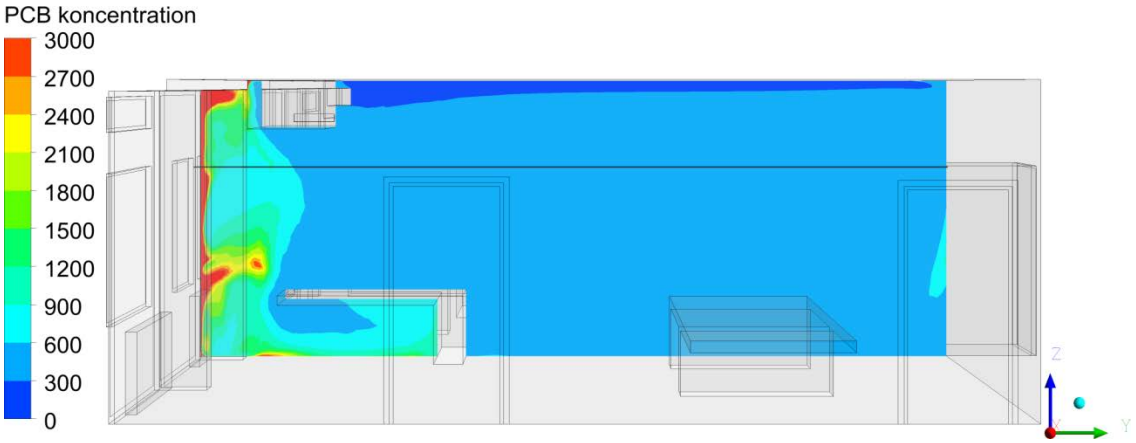
- Case A – Indvendige, elastiske fuger og tilstødende murværk forsegles, og der etableres ventilationsanlæg i lokalet. Dette scenarium er valgt som basisscenarium, da der ikke er foretaget en indledende måling af PCB i indeluften forud for iværksættelse af nuværende tiltag (forsegling og etablering af ventilation).
- Case B – De elastiske fuger fjernes og murværk, som har været i berøring med PCB-holdige fuger, forsegles. Desuden er indvendige døre og dørgerigter fjernet.
- Case C – Samme som case B plus udskiftning af facaden (vinduer, plader mv.).
- Case D - Samme som case C plus fjernelse af gulvet.

3.2.2 Resultater

Resultaterne af CFD-analyserne, udarbejdet på baggrund af ovenstående scenarier, fremgår af Figur 3.12-3.20 (der er forskel på farveskalaerne for koncentrationsintervallerne på nogle af figurerne, for at kunne skelne mellem de lave koncentrationer). Der er desuden indlagt en linje i 2 meters højde på figurerne, for at vise den rumluft, bygningsbrugerne typisk vil opholde sig i.

Case A

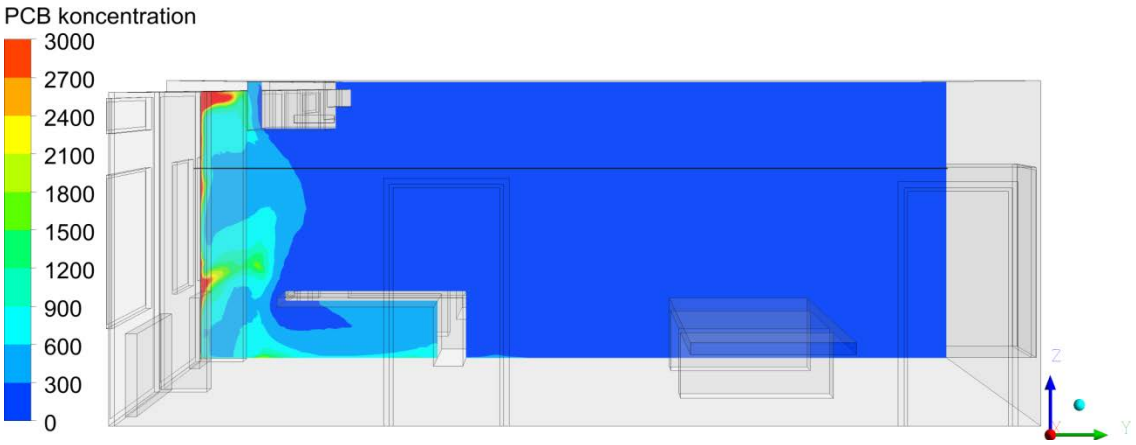
Figur 3.12 viser case A, hvor indvendige, elastiske fuger og tilstødende murværk er forseglet, og der etableres ventilationsanlæg i lokalet.



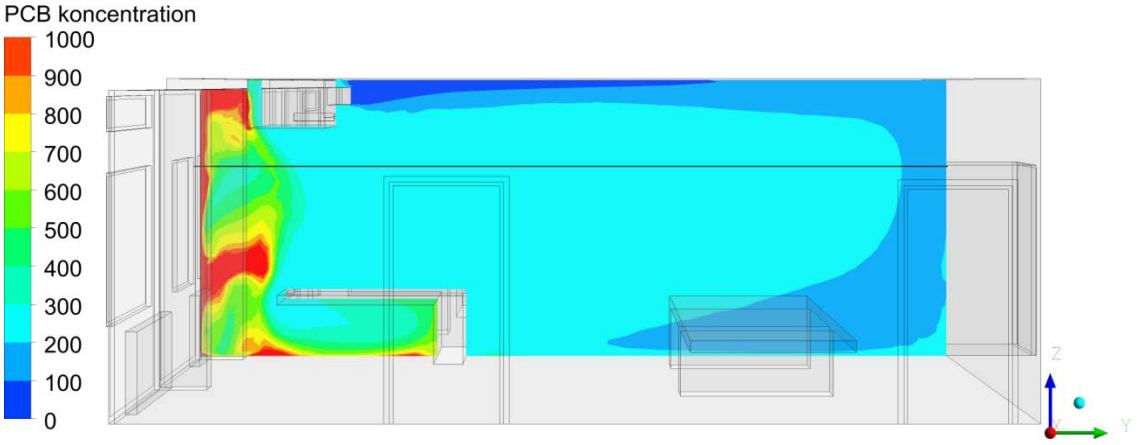
Figur 3.12: Fordeling af PCB koncentration for case A i lokale A80 på et tværsnit.

Case B

Figur 3.13 og 3.14 viser case B. hvor de elastiske fuger er fjernet og murværk, som har været i berøring med PCB-holdige fuger, forsegles. Desuden er indvendige døre og dørgerigter fjernet. Vær opmærksom på, at skalaen for PCB-koncentrationen er forskellig på Figur 3.13 og Figur 3.14.



Figur 3.13: Fordeling af PCB koncentration for case B i lokale A80 på et tværsnit.

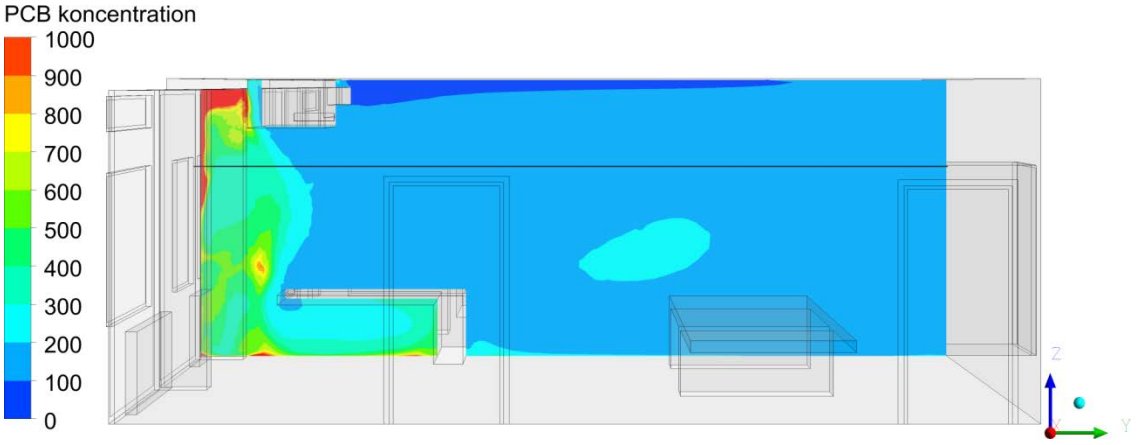


Figur 3.24: Fordeling af PCB koncentration for case B i lokale A80 på et tværsnit.

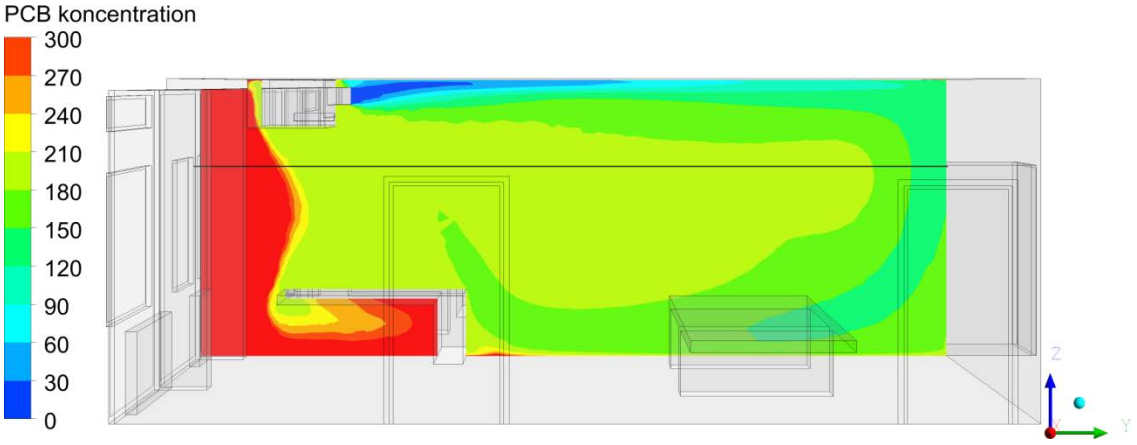
Case C

Figur 3.15 – 3.17 viser case C, der omfatter de samme tiltag som i case B plus udskiftning af facaden (vinduer, plader mv.).

Figur 3.35: Fordeling af PCB koncentration for case C i lokale A80 på et tværsnit.



Figur 3.46: Fordeling af PCB koncentration for case C i lokale A80 på et tværsnit.

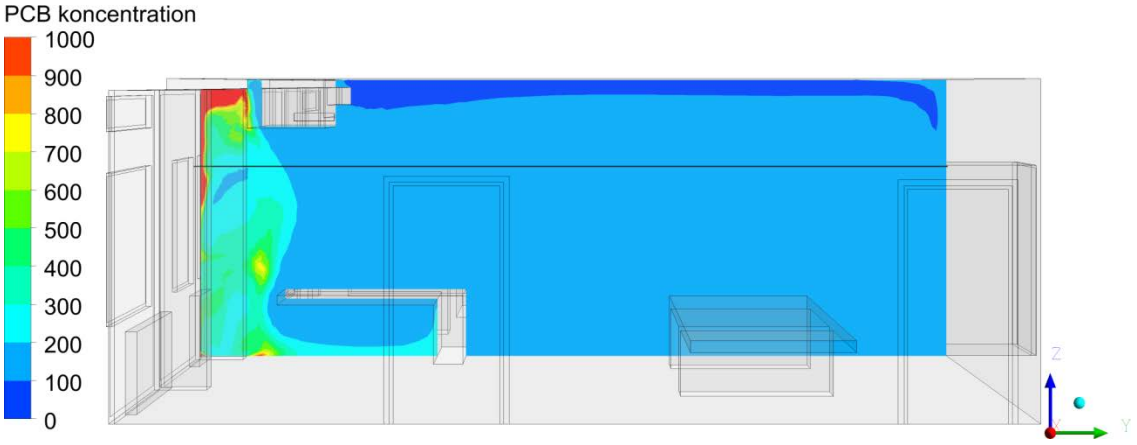


Figur 3.5: Fordeling af PCB koncentration for case C i lokale A80 på et tværsnit.

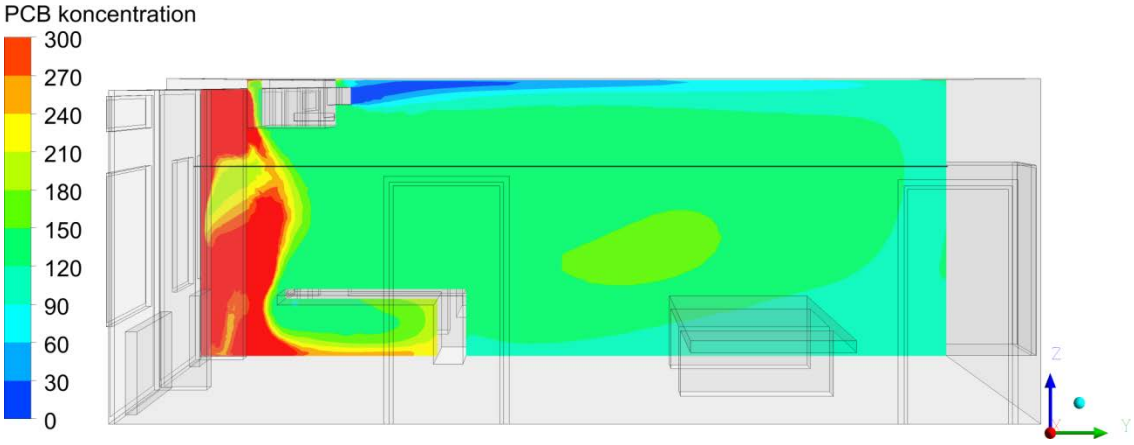
Case D

Figur 3.18 – 3.20 viser case D, som omfatter de samme tiltag som i case C plus fjernelse af gulvet. Vær opmærksom på, at skalaen for PCB-koncentrationen er forskellig på Figur 3.18, 3.19 og 3.20.

Figur 3.18: Fordeling af PCB koncentration for case D i lokale A80 på et tværsnit.



Figur 3.69: Fordeling af PCB koncentration for case D i lokale A80 på et tværsnit.



Figur 3.20: Fordeling af PCB koncentration for case D i lokale A80 på et tværsnit.

3.2.3 Konklusion

Ovenstående figurer viser fordelingen af PCB i lokale A80. Som det fremgår af figurerne, varierer koncentrationerne rundt i lokalet afhængig af kildernes placering, kildestyrke ol.

Af Tabel 3.2 fremgår de beregnede middelkoncentrationer for PCB-afdampningen ved de fire cases. Koncentrationerne ligger på samme de niveauer som de tidligere udførte luftmålinger af PCB-koncentrationerne i indeluften. Den målte koncentration svarer til case A.

Lokale A80 - Kontor	PCB middelkoncentration [ng/m^3]
Case A	**560**
Case B	298
Case C	233
Case D	170

Tabel 3.2: Oversigt for middelkoncentrationen af PCB i lokale A80 for de simulerede scenarier. Med **fed** er angivet værdier, som overskrider Sundhedsstyrelsens aktionsværdi for, hvornår der skal træffes foranstaltninger til at nedbringe koncentrationen i indeluften.

Som det fremgår af tabellen, vil middelkoncentrationen af PCB være på niveau med Sundhedsstyrelsens aktionsværdi på 300 ng/m^3 ved case B og under aktionsværdien ved case C og D.

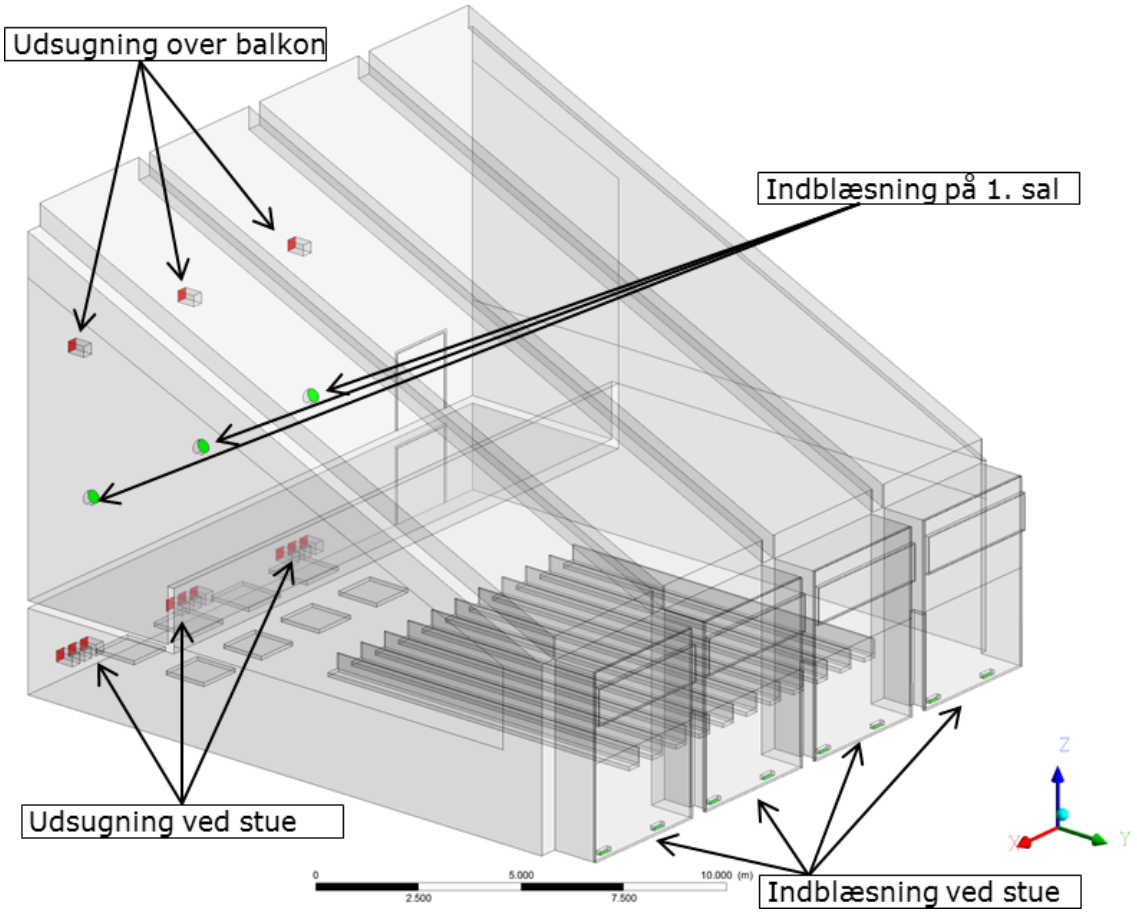
Ved case C er de elastiske fuger fjernet, murværk, som har været i berøring med PCB-holdige fuger, er forseglet, de indvendige døre og dørgerigter fjernet og facaden er udskiftet. Ved case D er gulvet desuden fjernet.

3.3 Festsalen

Den opbyggede model af festsalen er vist på Figur 3.21. I festsalen er der tre indblæsningsdyser på 1. sal over balkonen samt otte indblæsningsriste tæt ved facaden. Ved gulvniveau i stueetagen er der 3 x 3 udsugningsriste, og et stykke over balkonen er der endvidere tre udsugningspunkter. Indblæsning og udsugning er markeret med hhv. grønne og røde flader på figuren.

Der indblæses 1.500 m^3/h for hver af de tre indblæsningsdyser over balkonen, som giver en luftmængde på 4.500 m^3/h. Fra de otte riste ved facaden indblæses i alt 1.500 m^3/h. Dette giver en total indblæsningsmængde på 6.000 m^3/h, hvoraf 35 % bliver recirkuleret.

Udsugningen er opdelt, så der udsuges 4.500 m^3/h ved stueniveau og de resterende 1.500 m^3/h udsuges af de tre udsugningspunkter over balkonen.



Figur 3.21: Opbygget model til simulering af PCB forurening i festsalen. Udsugning og indblæsning er markeret med hhv. rød og grøn.

3.3.1 Scenarier

Nedenfor fremgår de scenarier, der er regnet på i festsalen.

Cases for CFD-analyser:

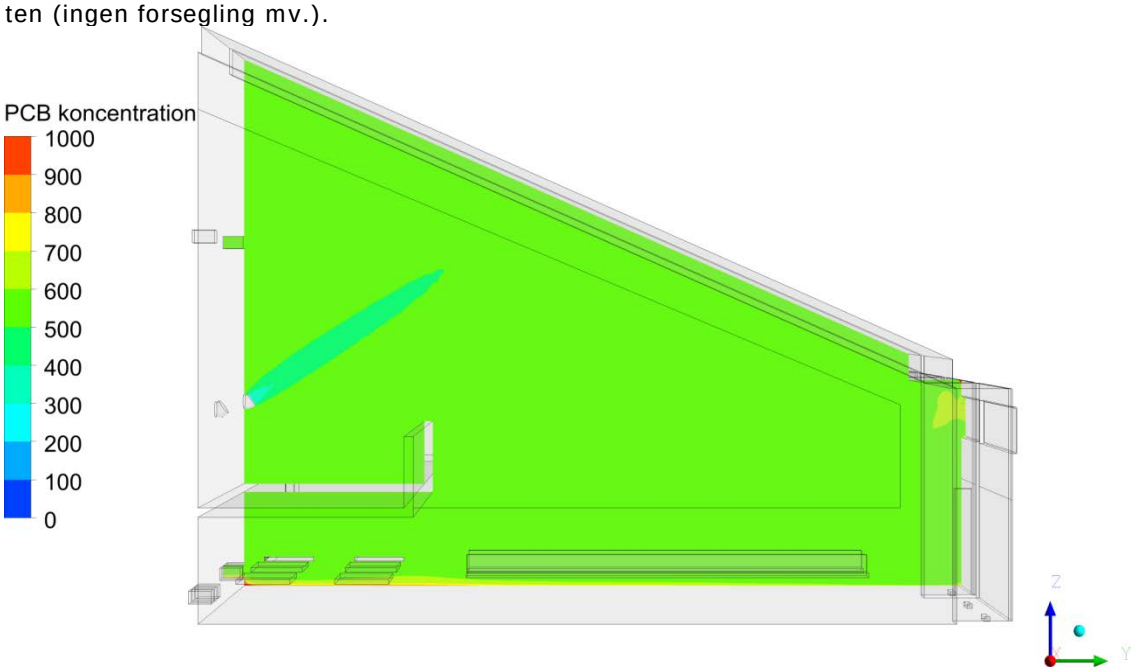
- Case A – Basisscenarium, hvor alle PCB-holdige kilder afdamper til indeluften (ingen forsegling mv.).
- Case B – Indvendige, elastiske fuger og tilstødende murværk forsegles (den nuværende situation).
- Case C – De elastiske fuger fjernes og murværk, som har været i berøring med PCB-holdige fuger, forsegles. Desuden fjernes indvendige døre og dørgerigter.
- Case D – Samme som case C plus udskiftning af den ydre facade (malede flader ved de store vinduespartier, skydedøre og vinduer mv. fjernes).
- Case E – samme som D plus fjernelse af gulvet.

3.3.2 Resultater

Resultaterne af CFD-analyserne, udarbejdet på baggrund af ovenstående scenarier, fremgår af figur 3.22-4.27 (der er forskel på farveskalaerne for koncentrationsintervallerne på nogle af figurerne, for at kunne skelne mellem de lave koncentrationer).

Case A

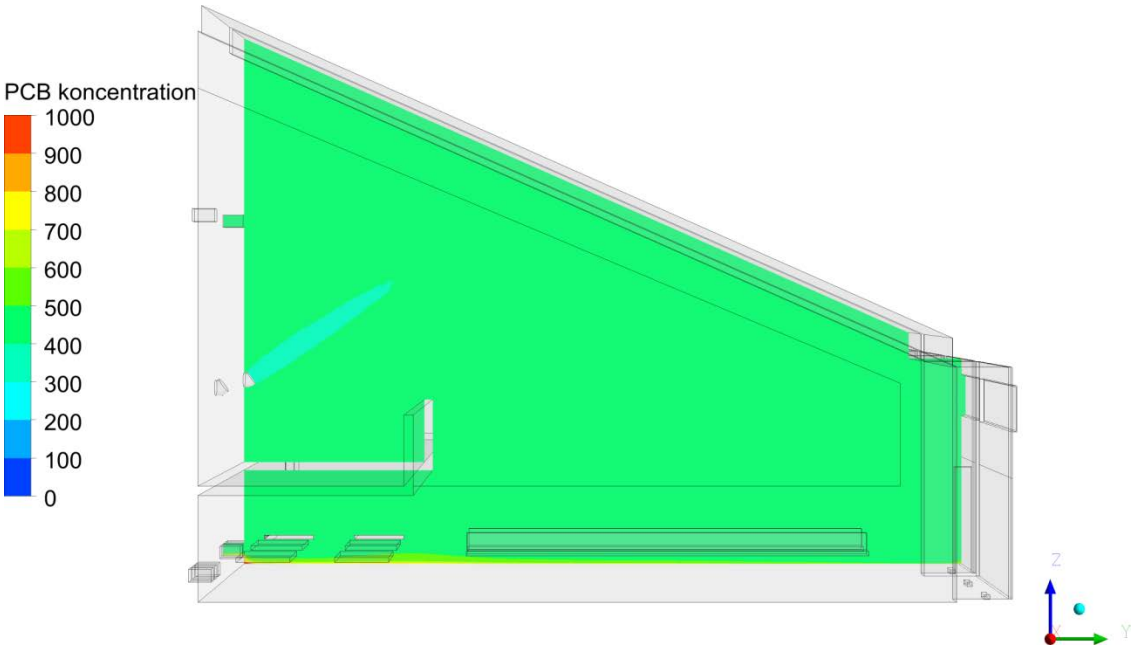
Figur 3.22 viser case A, som er basisscenariet, hvor alle PCB-holdige kilder afdamper til indeluften (ingen forsegling mv.).



Figur 3.22: Fordeling af PCB koncentration for case A i festsalen på et tværsnit.

Case B

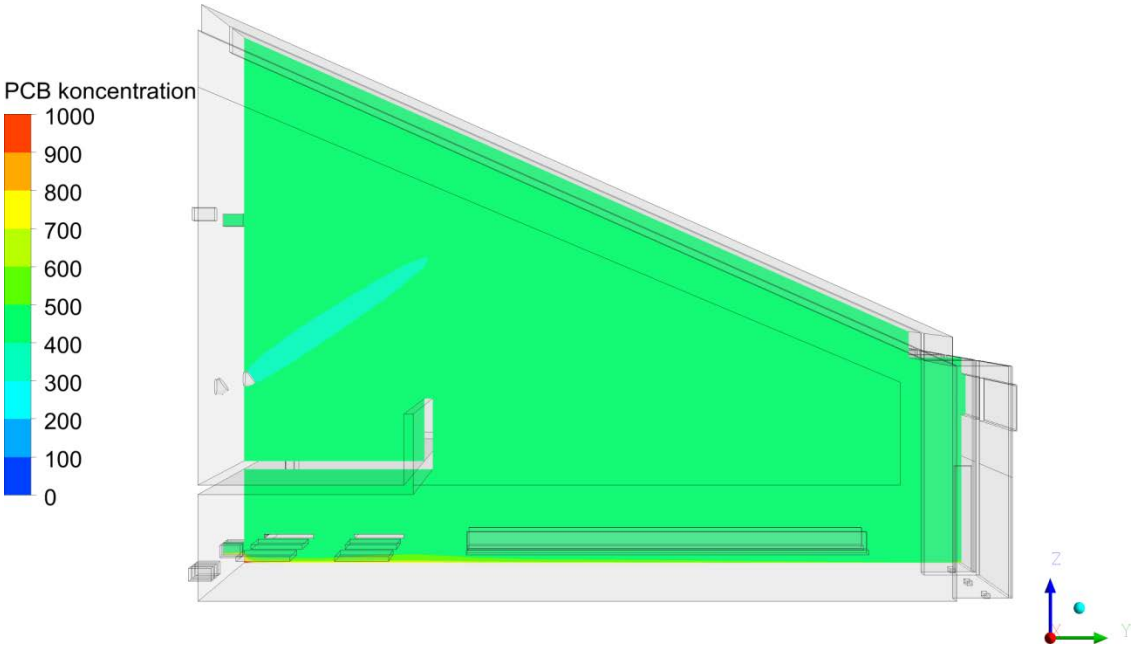
Figur 3.23 viser case B, hvor de indvendige, elastiske fuger og tilstødende murværk er forseglet.



Figur 3.23: Fordeling af PCB koncentration for case B i festsalen på et tværsnit.

Case C

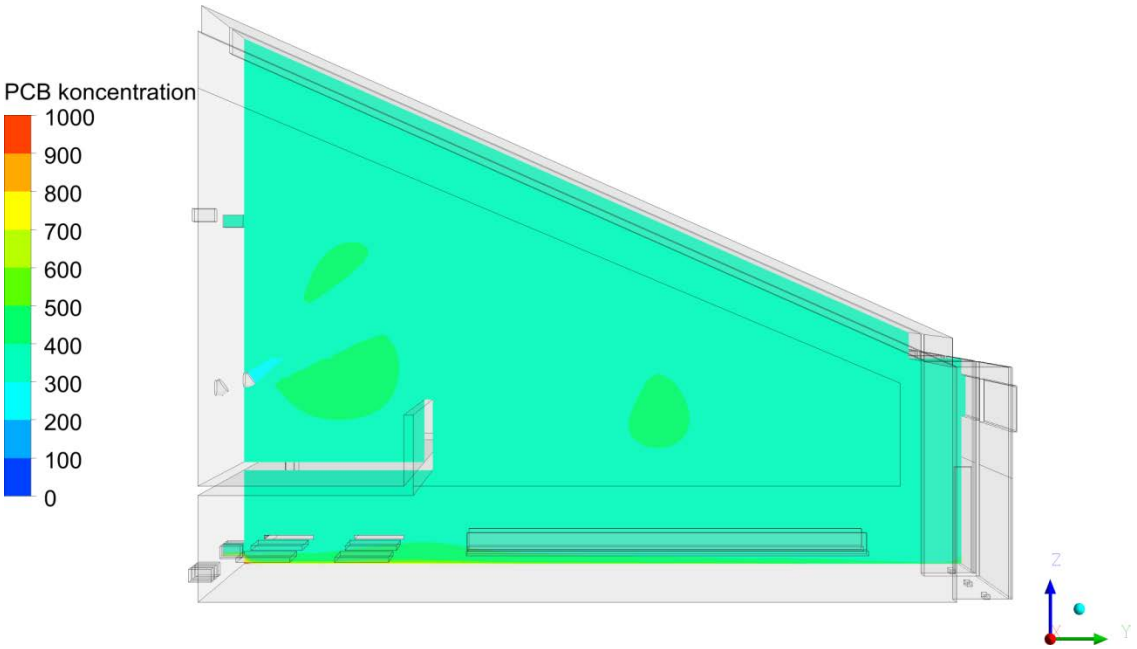
Figur 3.24 viser case C, hvor de elastiske fuger er fjernet og murværk, som har været i berøring med PCB-holdige fuger, er forseglet. Desuden er indvendige døre og dørgerigter fjernet.



Figur 3.24: Fordeling af PCB koncentration for case C i festsalen på et tværsnit.

Case D

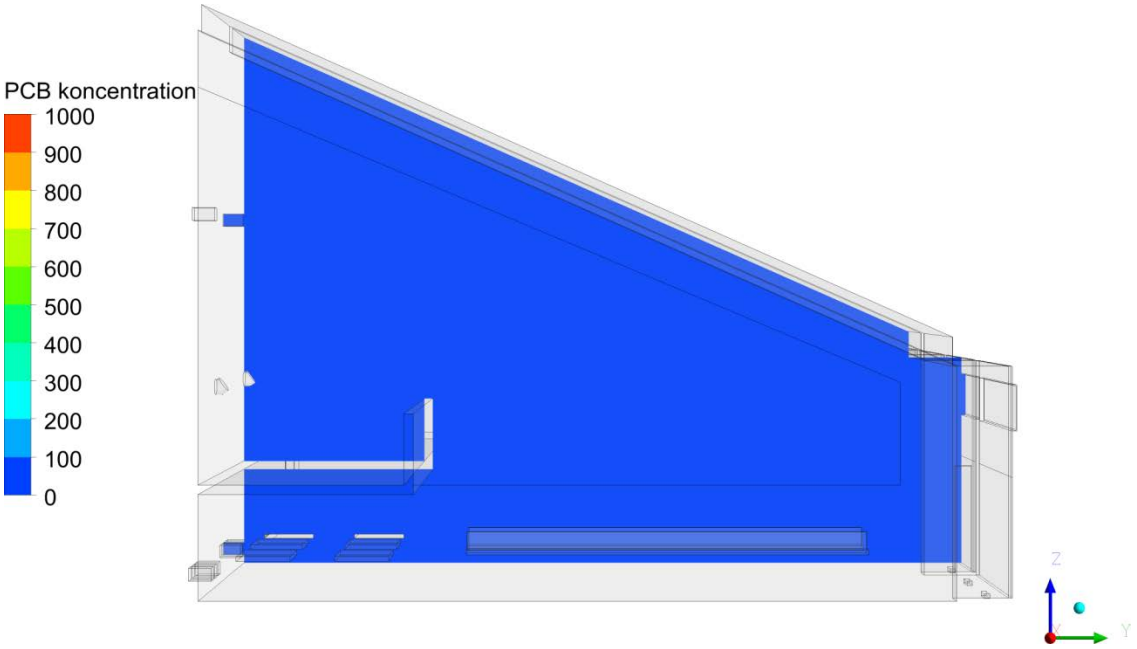
Figur 3.25 viser case D, som omfatter de samme tiltag som i case C plus udskiftning af den ydre facade.



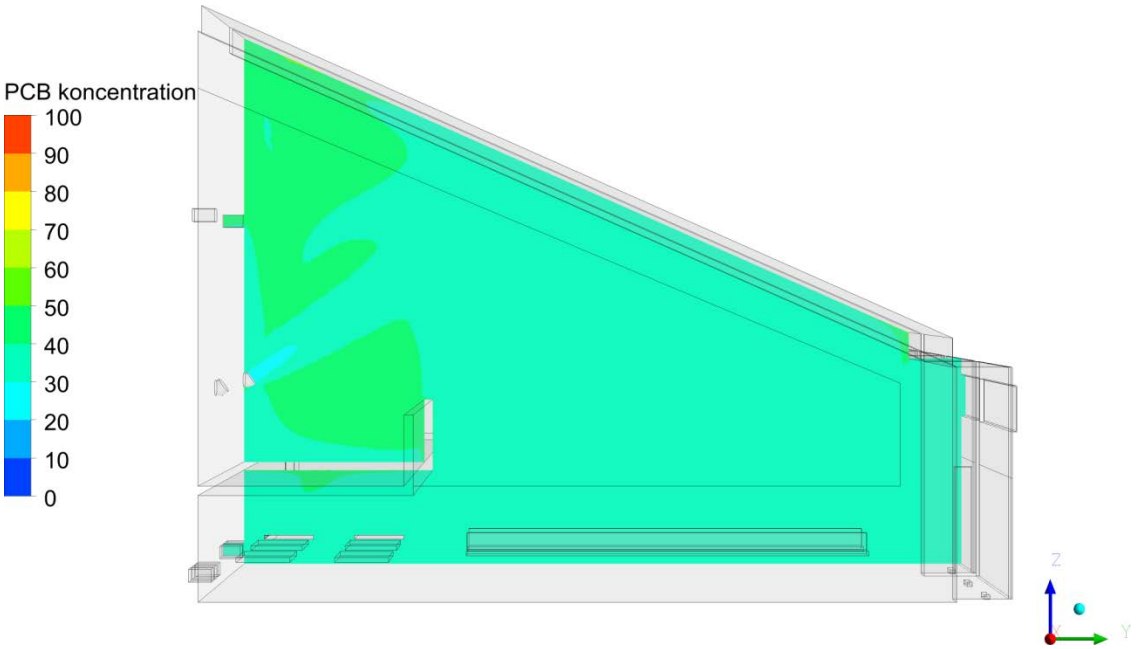
Figur 3.25: Fordeling af PCB koncentration for case D i festsalen på et tværsnit.

Case E

Figur 3.26 og 3.27 viser case E, som omfatter de samme tiltag som i case D plus fjernelse af gulvet. Vær opmærksom på, at skalaen for PCB-koncentrationen er forskellig på Figur 3.26 og 3.27.



Figur 3.26: Fordeling af PCB koncentration for case E i festsalen på et tværsnit.



Figur 3.27: Fordeling af PCB koncentration for case E i festsalen på et tværsnit.

3.3.3 Konklusion

Ovenstående figurer viser fordelingen af PCB i festsalen, og af Tabel 3.3 fremgår de beregnede middelkoncentrationer for PCB-afdampningen ved de fire cases. Koncentrationerne ligger på de samme niveauer som de tidligere udførte luftmålinger af PCB-koncentrationerne i indeluften svarende til case A og B.

Festsal	PCB middelkoncentration [ng/m^3]
Case A	**570**
Case B	**468**
Case C	**456**
Case D	**396**
Case E	39

Tabel 3.3: Oversigt for middelkoncentrationen af PCB i festsalen for de simulerede scenarier. Med **fed** er angivet værdier, som overskrider Sundhedsstyrelsens aktionsværdi for, hvornår der skal træffes foranstaltninger til at nedbringe koncentrationen i indeluften.

Som det fremgår af tabellen, vil middelkoncentrationen af PCB være under Sundhedsstyrelsens aktionsværdi på 300 ng/m^3 ved case E, som omfatter fjernelse af elastiske fuger, forsegling af murværk, fjernelse af indvendige døre, udskiftning af facaden og fjernelse af gulvet.

Gulvet udgør, på grund af PCB-indholdet og en meget stor overflade, en væsentlig andel af PCB-afdampningen til lokalet. På grund af den nuværende ventilationsløsning, hvor udsugningen er placeret i den ene ende af rummet, vil luften desuden blive ”trukket” hen over gulvet og på den måde give en ekstra opblanding af PCB til indeluften.

4. VURDERING AF FREMTIDIGE TILTAG

Som det fremgår, er omfanget af PCB-holdige kilder i bygningen stort, og modellerne viser, at bidraget både stammer fra primære, sekundære og tertiære kilder. Modellerne viser også, at der er behov for at fjerne en række PCB-holdige bygningsdele for at holde PCB-koncentrationen under 300 ng/m^3.

Ved alle fire lokaler viser modellen, at facadepartierne bør skiftes, da de indeholder store mængder PCB i form af både fuger, termoruder og maling. I forbindelse med en facadeudskiftning vil der desuden være en energimæssig gevinst, samtidig med, at der vil ske en modernisering af bygningen. Den økonomiske gevinst ved en sådan energirenovering kan derfor med fordel sammenholdes med de udgifter, som er forbundet med at sanere facadepartierne i forhold til PCB.

For at accelerere restafdampningen fra de PCB-holdige kilder, der efterlades i bygningen efter endt PCB-sanering, kan der evt. udføres forsøg med såkaldt udbagning af bygningen. Ved udbagning opvarmes lokalerne (efter udført PCB-sanering) for at fjerne en del af den resterende PCB, som efterlades i bygningen.

Inden en større sanering af hele bygningen iværksættes, kan der med fordel udføres pilotforsøg i dele af bygningen inden der tages stilling til den endelige saneringsmodel.

Det anbefales desuden, at de ventilationstekniske tiltag, som tidligere er foreslået /4/, udføres i de forskellige bygningsafsnit (nogle af dem er allerede igangsat), da ventilation er en vigtig parameter i forhold til fjernelse af restkoncentration af PCB.

De fire lokaler, hvori CFD-analyserne er udført, vurderes at være repræsentative for de forskellige lokaletyper på skolen, hvorfor resultaterne kan anvendes i forhold til valg af afværgetiltag i lokaler, der svarer til de fire undersøgte lokaler. I det følgende opsummeres de anbefalede tiltag i lokalerne.

4.1 A58 og A18

CFD-analyserne viser, at middelkoncentrationen af PCB vil være under Sundhedsstyrelsens aktionsværdi på 300 ng/m^3 ved fjernelse af de elastiske fuger, forsegling af murværk, udskiftning af facaden, de indvendige døre, gulvet og plastfodpanelerne (case G).

Desuden viser CFD-analysen en ubetydelig forskel på koncentrationerne ved hhv. fjernelse og forsegling af murværk, hvor fugerne har haft vedhæftning, hvorimod der vurderes at være stor forskel på de økonomiske udgifter forbundet med de to løsninger.

4.2 A80

Analyserne viser, at middelkoncentrationen af PCB vil være på niveau med Sundhedsstyrelsens aktionsværdi på 300 ng/m^3 ved case B og under aktionsværdien ved case C og D.

Case B omfatter fjernelse af elastiske fuger, forsegling af murværk og udskiftning af de indvendige døre. Case C omfatter derudover udskiftning af facaden og ved case D foretages desuden en udskiftning af gulvet.

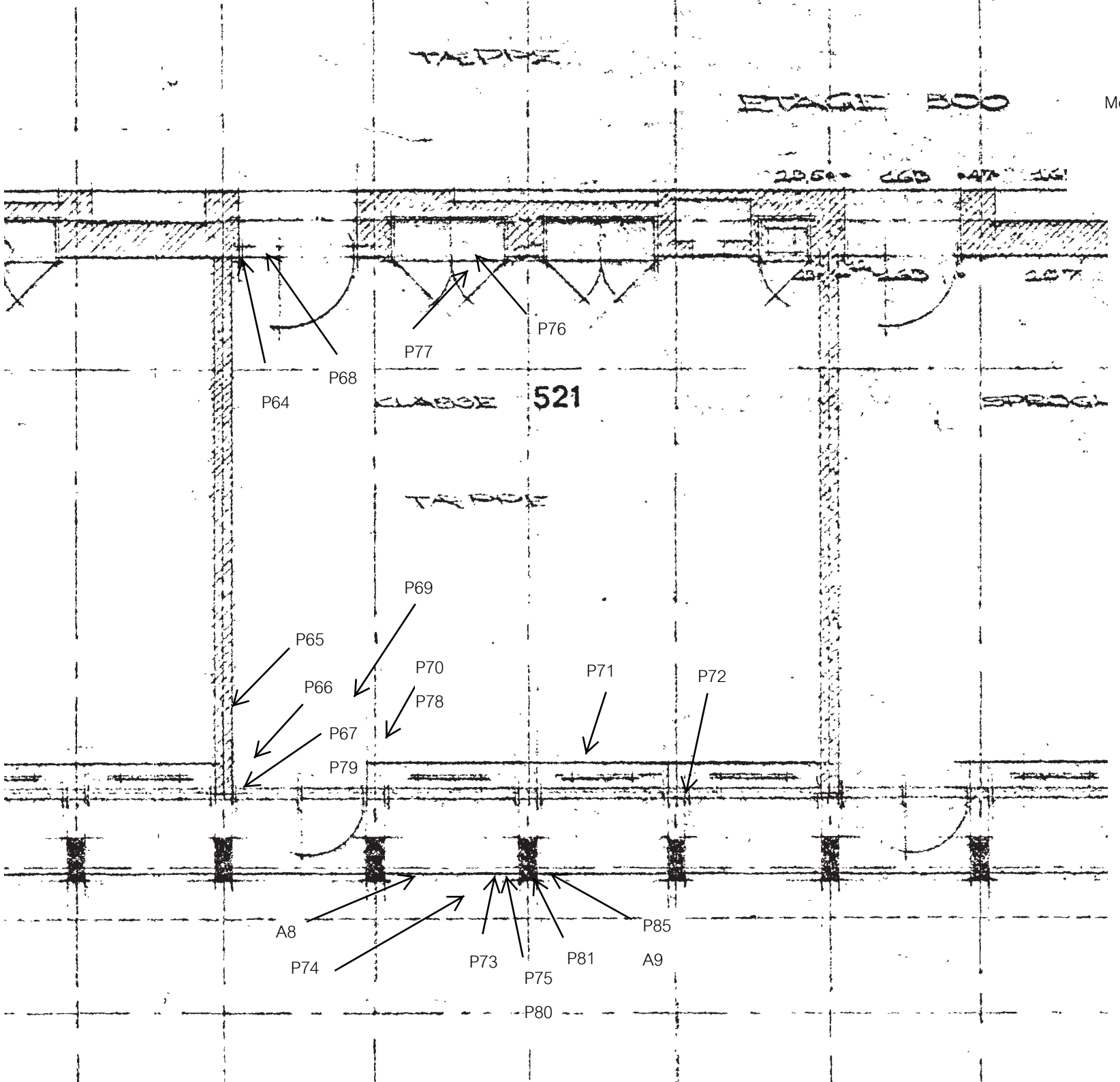
4.3 Festsalen

Middelkoncentrationen af PCB vil være under Sundhedsstyrelsens aktionsværdi på 300 ng/m^3 ved fjernelse af elastiske fuger, forsegling af murværk, fjernelse af indvendige døre, udskiftning af facaden og fjernelse af gulvet (case E).

5. REFERENCER

/1/ http://sundhedsstyrelsen.dk/~/media/3759EBD9E7D542DE9B9FDD3220BC45C8.ashx
/2/ Rambøll (April 2014). Miljøscreening, Vinkelvej 10, Viborg
/3/ Rambøll (21. oktober 2014). Kontrolmålinger. PCB-undersøgelser - Mercantec
/4/ Rambøll (11. december 2014). PCB-afværgetiltag. Viborg Kommune

BILAG 1
SITUATIONSPLAN


ETAGE 300
521
P64
P68
P77
P76
P69
P65
P66
P70
P78
P67
P79
P71
P72
A8
P74
P73
P75
P80
P81
P85
A9

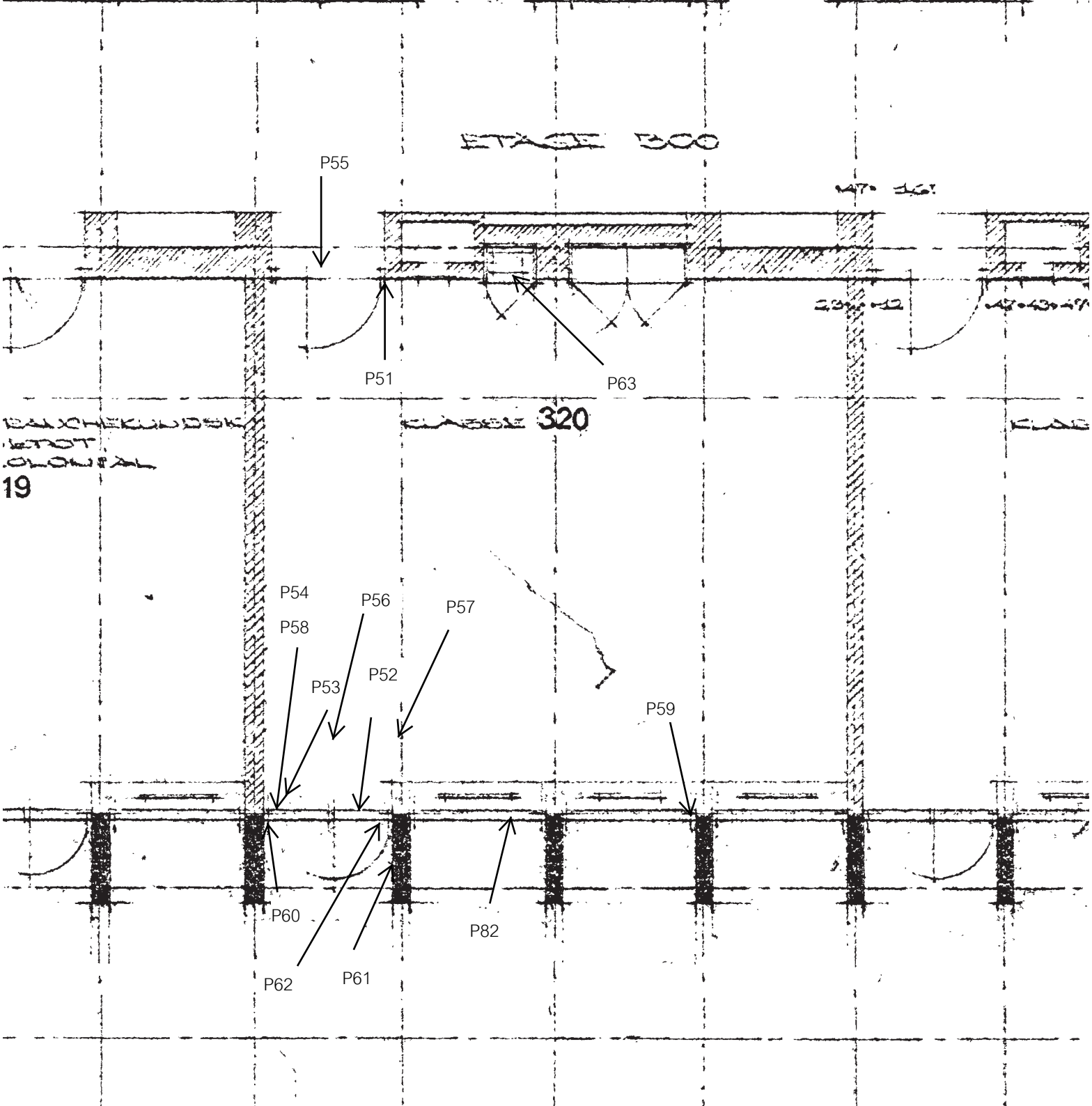
A18

PCB-sanering

Mercantec, Vinkelvej 20

22-01-2015

Revision 1



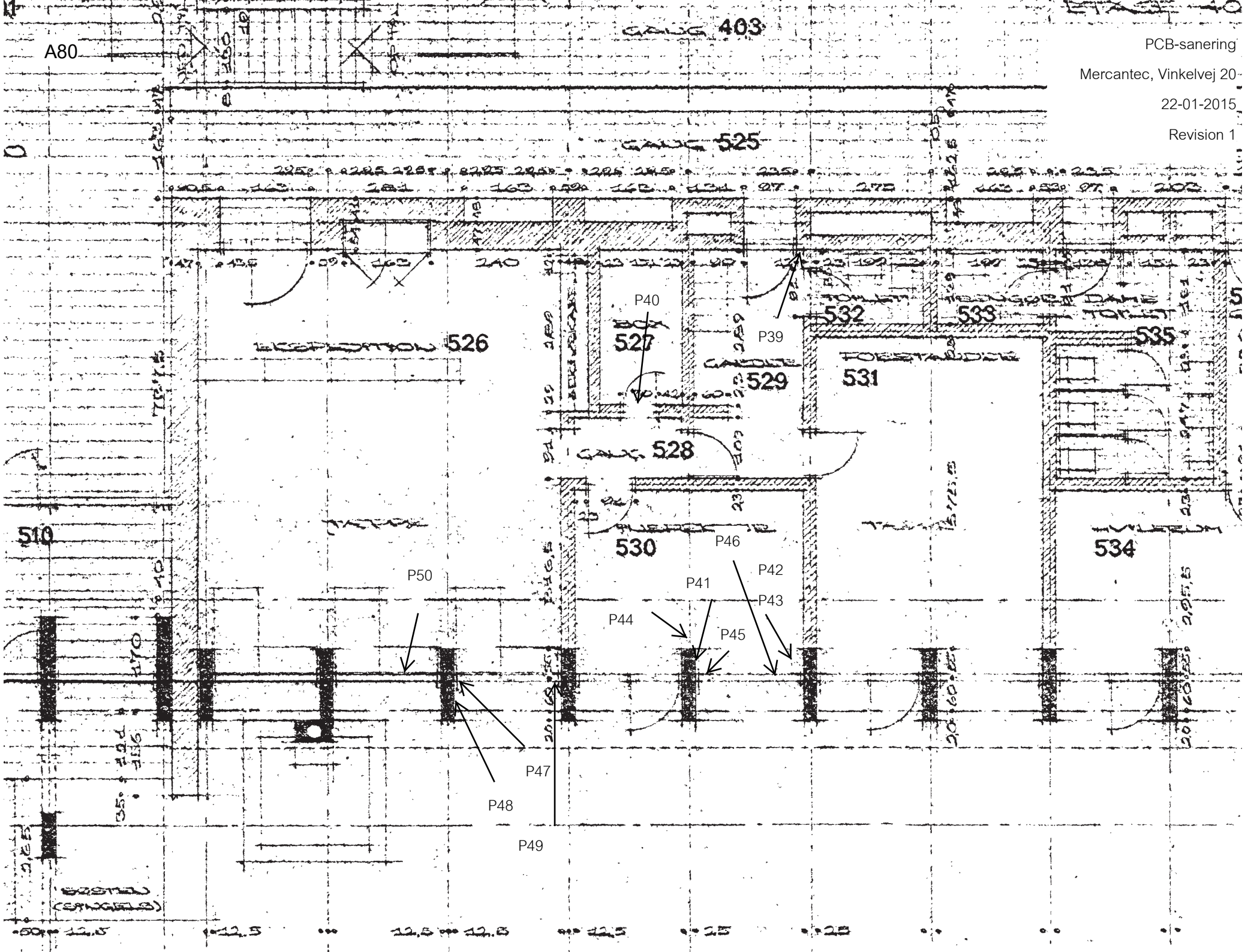
A80

PCB-sanering

Mercantec, Vinkelvej 20

22-01-2015

Revision 1



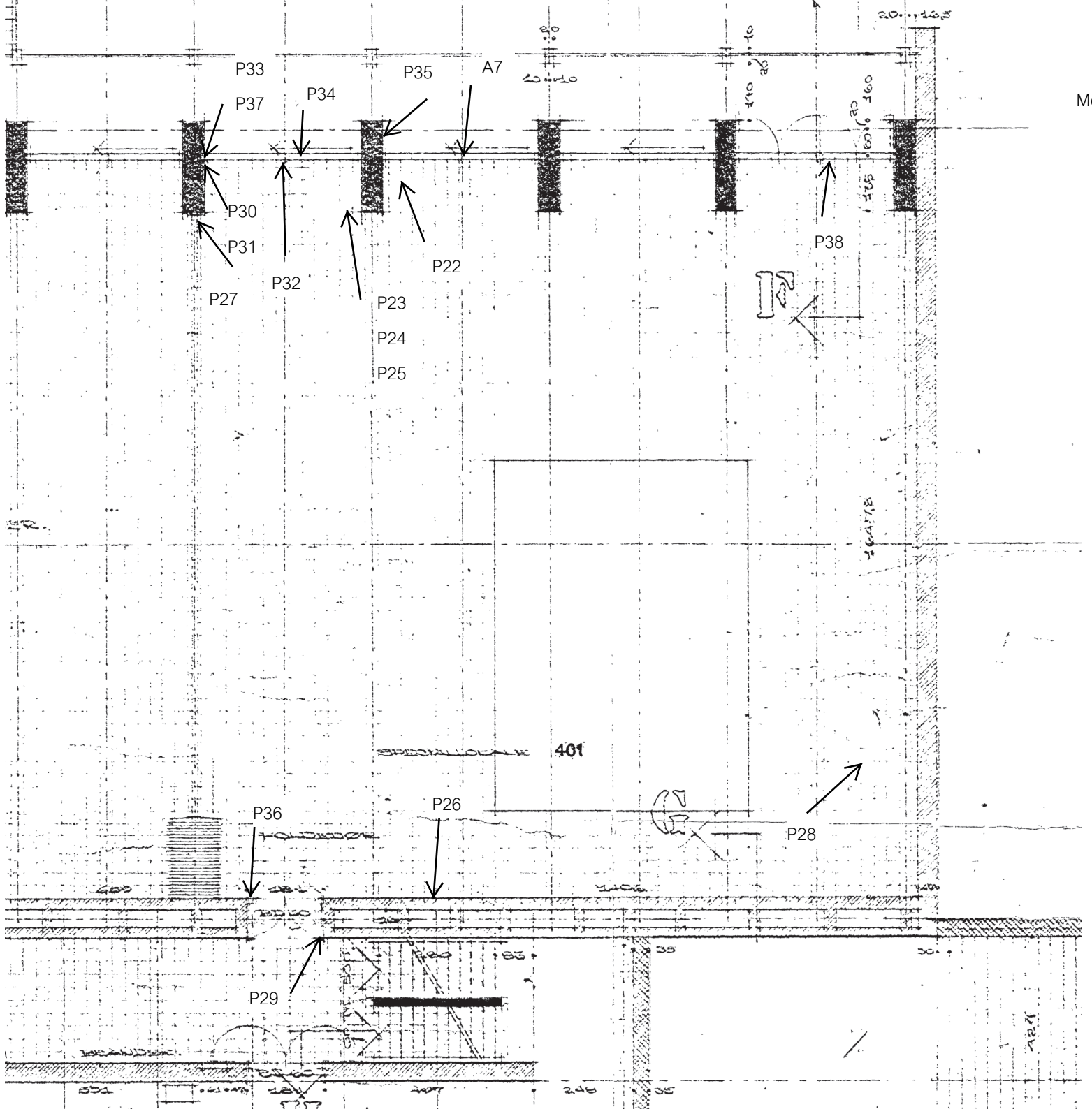
Festsal

PCB-sanering

Mercantec, Vinkelvej 20

22-01-2015

Revision 1

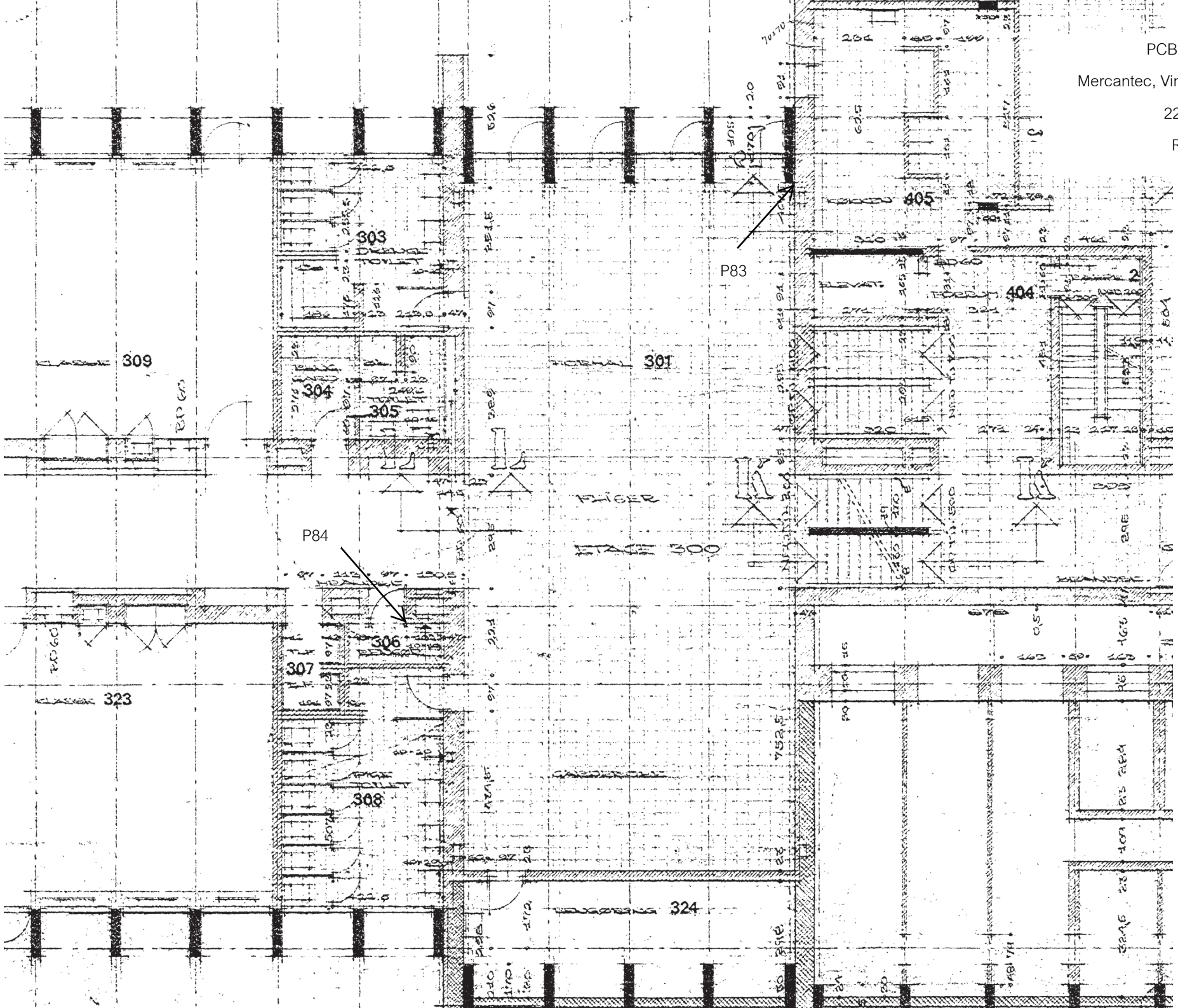


PCB-sanering

Mercantec, Vinkelvej 20

22-01-2015

Revision 1



BILAG 2
FOTOBILAG

Fotobilag – Mercantec, Vinkelvej 20, 8800 Viborg –

1100011282 (screening for miljøfremmede stoffer – prøverne M1-M4, A1-A6 og P1-P11)
1100012237 (PCB-undersøgelse/PCB-sanering – prøverne P12-P85 og A7-A9)

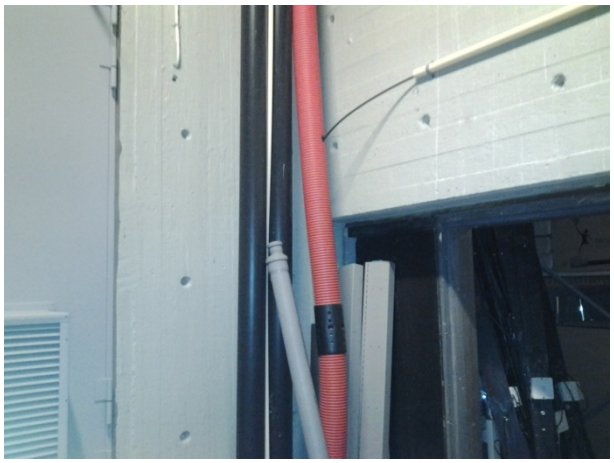


Foto 1. Grå betonmaling i depot, M1.

Foto 2. Indvendig fuge ved dør, P1.

Foto 3. Filt og kiselgur i rørbøjning, A1 og A2.

Foto 4. Filt og kiselgur i varmerør, A3 og A4.

Foto 5. Grå linoleumsgulv i depot, A5 og P2.

Foto 6. Blå væglise i depot med fliseklæber, M2 og A6.

Foto 7. Lilla maling på betonsøjle, M3 og P3.

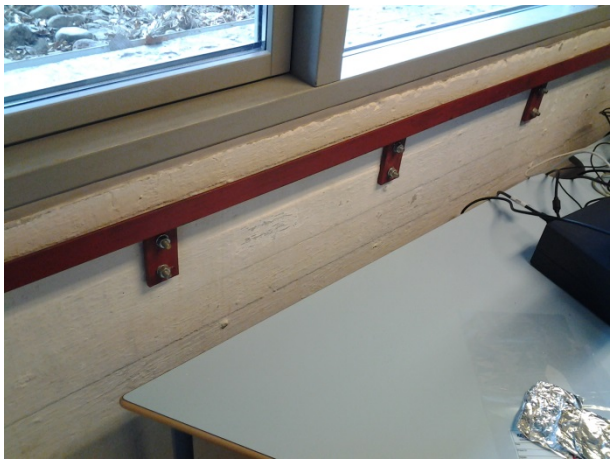


Foto 8. Hvid betonmaling i bibliotek, M4 og P4.

Foto 9. Grå fuge ved betonsøjle i Aula, P5.

Foto 10. Indvendig fuge ml. ventilationskasse og vinduesparti, P6.

Foto 11. Indvendig fuge ved dør, P7.

Foto 12. Indvendig fuge ved ventilationskasse, P8.

Foto 13. Indvendig fuge ved dør, P9.

Foto 14. Udvendig fuge ved vinduesparti, P10.

Foto 15. Udvendig fuge mellem betonelementer, P11.

Foto 16. Støv i ventilationsanlæg filter, P12.

Foto 17. Støv i ventilationsanlæg i teknikrum, P13.

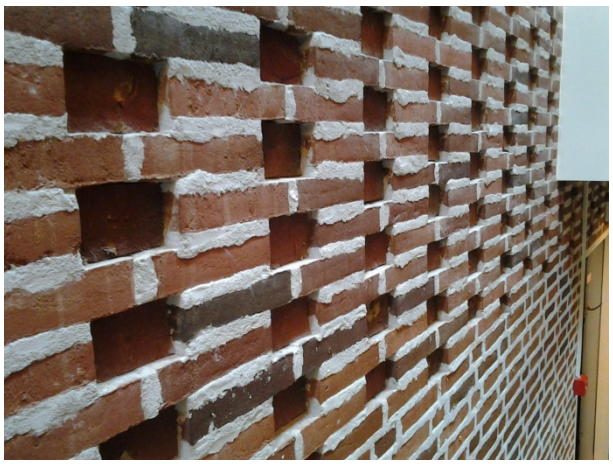


Foto 18. Støv i lydisolerende bats, kantine, P14.

Foto 19. Indvendig fuge om døre, lokale 30, P15.

Foto 20. Indvendige fuge om døre, lokale A68, P16.

Foto 21. Kondensator fra lysstofarmatur, Dekoration, P17.

Foto 22. Kondensator fra lysstofarmatur, Bibliotek, P18.

Foto 23. Lærerforberedelse A59, fugemasse på isoleringsbats, P19.

Foto 24. Lærerforberedelse A59, isoleringsbats med støv/coating, P20.

Foto 25. Lærerforberedelse A59 facade, fuge under vinduesparti, P21.

Foto 26. Polish på gulvklinker i Festsal, P22.

Foto 27. Maling på betonoverliggere i Festsal, P23.

Foto 28. Fuge over overligger ved vinduer i Festsal, P24.

Foto 29. Fuge langs trælister ved vinduesoverligger i Festsal, P25.

Foto 30. Lydisolerende bats i Festsal, P26.

Foto 31. Træmaling på foldedør ind mod kantinen i Festsal, P27.

Foto 32. Maling på nyere pladerlofter/vægge i Festsal, P28.

Foto 33. Træmaling/gerigt om dobbelt indgangsdør i Festsal, P29.

Foto 34. Træmaling/vinduesramme ved facade i Festsal, P30.

Foto 35. Træmaling på vinduesrammer i Festsal, P31.

Foto 36. Fuge/kit om øverste fire vinduer (oprindelige glas) i Festsal, P32.

Foto 37. Facadeplade over vinduer i Festsal, A7.

Foto 38. Udvendig fuge ml. vinduesramme og betonsøjle i Festsal, P33.

Foto 39. Udvendig fuge ml. betondæk og vinduesramme i Festsal, P34.

Foto 40. Facademaling på betonsøjler i Festsal, P35.

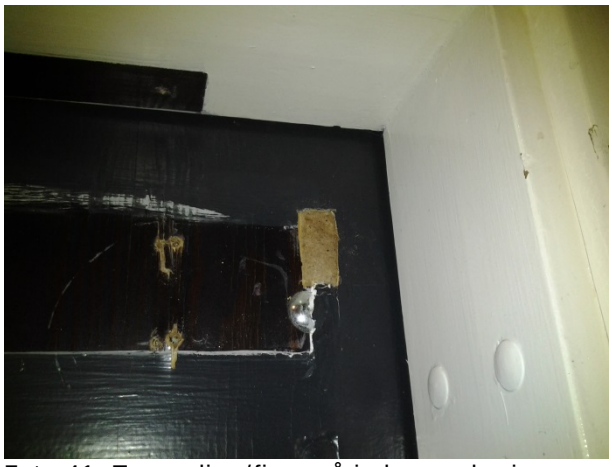


Foto 41. Træmaling/finer på indgangsdør i Festsal, P36.

Foto 42. Træmaling på vindues- og skydedørsrammer i Festsal, P37.

Foto 43. Træmaling på døre og plader i facaden i Festsal, P38.

Foto 44. Træmaling/gerigt om indgangsdør, lokale A80, P39.

Foto 45. Træmaling på indvendige døre og gerigter, lokale A80, P40.

Foto 46. Maling på betonsøjler, lokale A80, P41.

Foto 47. Tæppefliser, lokale A80, P42.

Foto 48. Maling under tæppefliser, lokale A80, P43.

Foto 49. Loftsplade, lokale A80, P44.

Foto 50. Træmaling/plade under vinduer, lokale A80, P45.

Foto 51. Træmaling/træværk ved vinduer, lokale A80, P46.

Foto 52. Fugemasse ml. betonsøjle og vinduespartier, lokale A80, P47.

Foto 53. Maling på betonsøjler, lokale A80, P48.

Foto 54. Træmaling på vinduesrammer og trælister, lokale A80, P49.

Foto 55. Fuge/kit om vinduer (med oprindelige termoruder), lokale A80, P50.

Foto 56. Træmaling/gerigt om indgangsdør, lokale A18, P51.

Foto 57. Plastfodpanel, lokale A18, P52.

Foto 58. Linoleumsgulv og klæber, lokale A18, P53.

Foto 59. Træmaling på plader under og over vinduer, lokale A18, P54.

Foto 60. Fuge/kit om vinduer ved indgangsdør (enkeltlagsglas), lokale A18, P55.

Foto 61. Træmaling på lægter i loft, lokale A18, P56.

Foto 62. Loftsplade. Lokale A18, P57.

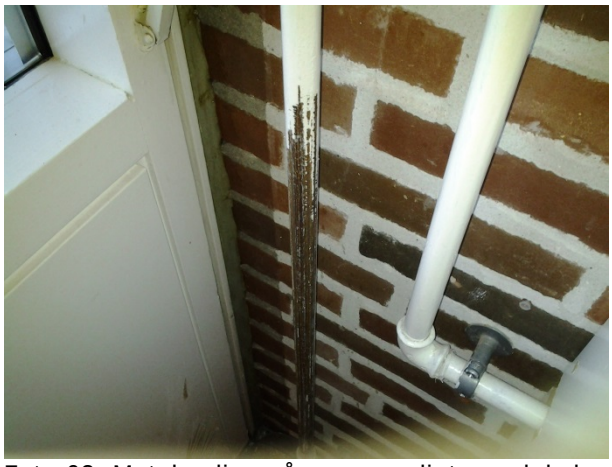


Foto 63. Metalmaling på rør og radiatorer, lokale A18, P58.

Foto 64. Træmaling/vinduesramme, lokale A18, P59.

Foto 65. Fugemasse ml. betonsøjle og træliste/vinduesramme i facade, lokale A18, P60.

Foto 66. Maling på betonsøjler i facade, lokale A18, P61.

Foto 67. Træmaling på vinduesrammer i facade, lokale A18, P62.

Foto 68. Maling på indbygningsskabe, lokale A18, P63.

Foto 69. Træmaling/gerigt om indgangsdør, lokale A58, P64.

Foto 70. Plastfodpanel, lokale A58, P65.

Foto 71. Linoleumsgulv og klæber, lokale A58, P66.

Foto 72. Maling på træplader under og over vinduer, lokale A58, P67.

Foto 73. Fuge/kit om vinduer ved indgangsdør (enkeltlagsglas), lokale A58, P68.

Foto 74. Træmaling på lægter i loft, lokale A58, P69.

Foto 75. Loftsplade, lokale A58, P70.

Foto 76. Metalmaling på rør og radiatorer, lokale A58, P71.

Foto 77. Træmaling/vinduesramme, lokale A58, P72.

Foto 78. Fugemasse under vinduespartier, lokale A58, P73.

Foto 79. Maling på betongulv på altan, lokale A58, P74.

Foto 80. Træmaling på vinduesrammer og trælister, lokale A58, P75.

Foto 81. Brystningsplade (sortmalet), lokale A58, A8.

Foto 82. Brystningsplade, lokale A58, A9 og P85.

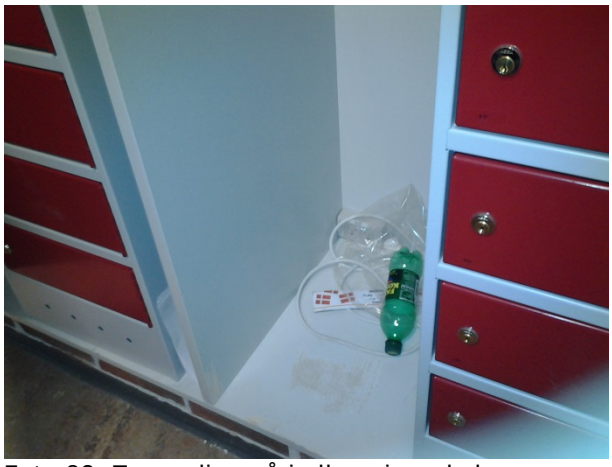


Foto 83. Træmaling på indbygningsskabe (indvendigt), lokale A58, P76.

Foto 84. Træmaling på skabslåger, lokale A58, P77.

Foto 85. Maling og træværk over nyere gipslofter, lokale A58, P78.

Foto 86. Træmaling/gerigt ved vinduesparti, lokale A58, P79.

Foto 87. Fugekit om smalle aflange termoruder, lokale A58, P80.

Foto 88. Fugemasse mellem betonoverliggere og facadeplader, lokale A58, P81.

Foto 89. Fugekit om smalle aflange termoruder, lokale A18, P82.

Foto 90. Fugemasse ml. betonsøjle og murværk og borekerne til undersøgelse af indtrængning af PCB, ”aula”, P83.

Foto 91. Fugemasse om indvendig dør og mursten til undersøgelse af indtrængning af PCB, rengøringsdepot, P84.

FOTO 1. GRÅ BETONMALING I DEPOT, M1. 1
FOTO 2. INDVENDIG FUGE VED DØR, P1. 1
FOTO 3. FILT OG KISELGUR I RØRBØJNING, A1 OG A2. 1
FOTO 4. FILT OG KISELGUR I VARMERØR, A3 OG A4. 1
FOTO 5. GRÅ LINOLEUMSGULV I DEPOT, A5 OG P2. 1
FOTO 6. BLÅ VÆGLISE I DEPOT MED FLISEKLÆBER, M2 OG A6. 1
FOTO 7. LILLA MALING PÅ BETONSØJLE, M3 OG P3. 2
FOTO 8. HVID BETONMALING I BIBLIOTEK, M4 OG P4. 2
FOTO 9. GRÅ FUGE VED BETONSØJLE I AULA, P5. 2
FOTO 10. INDVENDIG FUGE ML. VENTILATIONSKASSE OG VINDUESPARTI, P6. 2
FOTO 11. INDVENDIG FUGE VED DØR, P7. 2
FOTO 12. INDVENDIG FUGE VED VENTILATIONSKASSE, P8. 2
FOTO 13. INDVENDIG FUGE VED DØR, P9. 3
FOTO 14. UDVENDIG FUGE VED VINDUESPARTI, P10. 3
FOTO 15. UDVENDIG FUGE MELLEM BETONELEMENTER, P11. 3
FOTO 16. STØV I VENTILATIONSANLÆG FILTER, P12. 3
FOTO 17. STØV I VENTILATIONSANLÆG I TEKNIKRUM, P13. 3
FOTO 18. STØV I LYDISOLERENDE BATS, KANTINE, P14. 3
FOTO 19. INDVENDIG FUGE OM DØRE, LOKALE 30, P15. 4
FOTO 20. INDVENDIGE FUGE OM DØRE, LOKALE A68, P16. 4
FOTO 21. KONDENSATOR FRA LYSSTOFARMATUR, DEKORATION, P17. 4
FOTO 22. KONDENSATOR FRA LYSSTOFARMATUR, BIBLIOTEK, P18. 4
FOTO 23. LÆRERFORBEREDELSE A59, FUGEMASSE PÅ ISOLERINGSBATS, P19. 4
FOTO 24. LÆRERFORBEREDELSE A59, ISOLERINGSBATS MED STØV/COATING, P20. 4
FOTO 25. LÆRERFORBEREDELSE A59 FACADE, FUGE UNDER VINDUESPARTI, P21. 5
FOTO 26. POLISH PÅ GULVKLINKER I FESTSAL, P22. 5
FOTO 27. MALING PÅ BETONOVERLIGGERE I FESTSAL, P23. 5
FOTO 28. FUGE OVER OVERLIGGER VED VINDUER I FESTSAL, P24. 5
FOTO 29. FUGE LANGS TRÆLISTER VED VINDUESOVERLIGGER I FESTSAL, P25. 5
FOTO 30. LYDISOLERENDE BATS I FESTSAL, P26. 5
FOTO 31. TRÆMALING PÅ FOLDEDØR IND MOD KANTINEN I FESTSAL, P27. 6
FOTO 32. MALING PÅ NYERE PLADERLOFTER/VÆGGE I FESTSAL, P28. 6
FOTO 33. TRÆMALING/GERIGT OM DOBBELT INDGANGSDØR I FESTSAL, P29. 6
FOTO 34. TRÆMALING/VINDUESRAMME VED FACADE I FESTSAL, P30. 6
FOTO 35. TRÆMALING PÅ VINDUESRAMMER I FESTSAL, P31. 6

FOTO 36. FUGE/KIT OM ØVERSTE FIRE VINDUER (OPRINDELIGE GLAS) I FESTSAL, P32. 6
FOTO 37. FACADEPLADE OVER VINDUER I FESTSAL, A7. 7
FOTO 38. UDVENDIG FUGE ML. VINDUESRAMME OG BETONSØJLE I FESTSAL, P33. 7
FOTO 39. UDVENDIG FUGE ML. BETONDÆK OG VINDUESRAMME I FESTSAL, P34. 7
FOTO 40. FACADEMALING PÅ BETONSØJLER I FESTSAL, P35. 7
FOTO 41. TRÆMALING/FINER PÅ INDGANGSDØR I FESTSAL, P36. 7
FOTO 42. TRÆMALING PÅ VINDUES- OG SKYDEDØRSRAMMER I FESTSAL, P37. 7
FOTO 43. TRÆMALING PÅ DØRE OG PLADER I FACADEN I FESTSAL, P38. 8
FOTO 44. TRÆMALING/GERIGT OM INDGANGSDØR, LOKALE A80, P39. 8
FOTO 45. TRÆMALING PÅ INDVENDIGE DØRE OG GERIGTER, LOKALE A80, P40. 8
FOTO 46. MALING PÅ BETONSØJLER, LOKALE A80, P41. 8
FOTO 47. TÆPPEFLISER, LOKALE A80, P42. 8
FOTO 48. MALING UNDER TÆPPEFLISER, LOKALE A80, P43. 8
FOTO 49. LOFTSPLADE, LOKALE A80, P44. 9
FOTO 50. TRÆMALING/PLADE UNDER VINDUER, LOKALE A80, P45. 9
FOTO 51. TRÆMALING/TRÆVÆRK VED VINDUER, LOKALE A80, P46. 9
FOTO 52. FUGEMASSE ML. BETONSØJLE OG VINDUESPARTIER, LOKALE A80, P47. 9
FOTO 53. MALING PÅ BETONSØJLER, LOKALE A80, P48. 9
FOTO 54. TRÆMALING PÅ VINDUESRAMMER OG TRÆLISTER, LOKALE A80, P49. 9
FOTO 55. FUGE/KIT OM VINDUER (MED OPRINDELIGE TERMORUDER), LOKALE A80, P50. 10
FOTO 56. TRÆMALING/GERIGT OM INDGANGSDØR, LOKALE A18, P51. 10
FOTO 57. PLASTFODPANEL, LOKALE A18, P52. 10
FOTO 58. LINOLEUMSGULV OG KLÆBER, LOKALE A18, P53. 10
FOTO 59. TRÆMALING PÅ PLADER UNDER OG OVER VINDUER, LOKALE A18, P54. 10
FOTO 60. FUGE/KIT OM VINDUER VED INDGANGSDØR (ENKELTLAGSGLAS), LOKALE A18, P55. 10
FOTO 61. TRÆMALING PÅ LÆGTER I LOFT, LOKALE A18, P56. 11
FOTO 62. LOFTSPLADE. LOKALE A18, P57. 11
FOTO 63. METALMALING PÅ RØR OG RADIATORER, LOKALE A18, P58. 11
FOTO 64. TRÆMALING/VINDUESRAMME, LOKALE A18, P59. 11
FOTO 65. FUGEMASSE ML. BETONSØJLE OG TRÆLISTE/VINDUESRAMME I FACADE, LOKALE A18, P60. 11
FOTO 66. MALING PÅ BETONSØJLER I FACADE, LOKALE A18, P61. 11
FOTO 67. TRÆMALING PÅ VINDUESRAMMER I FACADE, LOKALE A18, P62. 12
FOTO 68. MALING PÅ INDBYGNINGSSKABE, LOKALE A18, P63. 12
FOTO 69. TRÆMALING/GERIGT OM INDGANGSDØR, LOKALE A58, P64. 12
FOTO 70. PLASTFODPANEL, LOKALE A58, P65. 12
FOTO 71. LINOLEUMSGULV OG KLÆBER, LOKALE A58, P66. 12
FOTO 72. MALING PÅ TRÆPLADER UNDER OG OVER VINDUER, LOKALE A58, P67. 12
FOTO 73. FUGE/KIT OM VINDUER VED INDGANGSDØR (ENKELTLAGSGLAS), LOKALE A58, P68. 13
FOTO 74. TRÆMALING PÅ LÆGTER I LOFT, LOKALE A58, P69. 13
FOTO 75. LOFTSPLADE, LOKALE A58, P70. 13
FOTO 76. METALMALING PÅ RØR OG RADIATORER, LOKALE A58, P71. 13
FOTO 77. TRÆMALING/VINDUESRAMME, LOKALE A58, P72. 13
FOTO 78. FUGEMASSE UNDER VINDUESPARTIER, LOKALE A58, P73. 13
FOTO 79. MALING PÅ BETONGULV PÅ ALTAN, LOKALE A58, P74. 14
FOTO 80. TRÆMALING PÅ VINDUESRAMMER OG TRÆLISTER, LOKALE A58, P75. 14
FOTO 81. BRYSTNINGSPLADE (SORTMALET), LOKALE A58, A8. 14
FOTO 82. BRYSTNINGSPLADE, LOKALE A58, A9 OG P85. 14
FOTO 83. TRÆMALING PÅ INDBYGNINGSSKABE (INDVENDIGT), LOKALE A58, P76. 14
FOTO 84. TRÆMALING PÅ SKABSLÅGER, LOKALE A58, P77. 14
FOTO 85. MALING OG TRÆVÆRK OVER NYERE GIPSLOFTER, LOKALE A58, P78. 15
FOTO 86. TRÆMALING/GERIGT VED VINDUESPARTI, LOKALE A58, P79. 15
FOTO 87. FUGEKIT OM SMALLE AFLANGE TERMORUDER, LOKALE A58, P80. 15
FOTO 88. FUGEMASSE MELLEM BETONOVERLIGGERE OG FACADEPLADER, LOKALE A58, P81. 15
FOTO 89. FUGEKIT OM SMALLE AFLANGE TERMORUDER, LOKALE A18, P82. 15

FOTO 90. FUGEMASSE ML. BETONSØJLE OG MURVÆRK OG BOREKERNE TIL UNDERSØGELSE AF INDTRÆNGNING AF PCB, "AULA", P83. 15
FOTO 91. FUGEMASSE OM INDVENDIG DØR OG MURSTEN TIL UNDERSØGELSE AF INDTRÆNGNING AF PCB, RENGØRINGSDEPOT, P84. 16