

NOTAT

Projekt **Økonomisk beregning over PCB-sanering og reetablering af hovedbygning på Vinkelvej**
Kunde **Viborg Kommune**
Notat nr. **4**
Dato **2015-03-13**
Til **Viborg Kommune**
Fra **Carsten Ammitzbøll Bjørn (CAB)**
Jacob Tørring Damsgaard (JTD)
Mathias René Andersen (MRA)
Morten Smedegaard (MOTS)
Lisbeth Odsbjerg (LOV)

Dato 2015-03-13

1. Indledning

Hovedbygningen på Vinkelvej 20 i Viborg er opført med materialer, som indeholder høje koncentrationer af PCB /1/, /2/. Disse materialer afdamper sundhedsskadelige mængder af PCB til indeklimaet i koncentrationer, som overskrider Sundhedsstyrelsens laveste aktionsværdi på 300 ng PCB/m³ /3/, /4/, /5/. Aktionsværdien indikerer, hvornår man som bygningsejer skal iværksætte foranstaltninger for at nedbringe PCB-koncentrationen.

Viborg Kommune og Mercantec har, i forbindelse med salg af bygningen, bedt Rambøll undersøge, hvilke tiltag der er nødvendige for at bringe PCB-koncentrationen ned under Sundhedsstyrelsens aktionsværdi. I den forbindelse er der udarbejdet en CFD-analyse (Computational Fluid Analysis) som simulerer strømningen af PCB i luften på baggrund af blandt andet omfang og placering af PCB-holdige materialer i bygningen /5/. Der er udført simuleringer for repræsentative typer af lokaler i bygningen. Simuleringerne angiver, hvilke tiltag der er nødvendige for at opnå den ønskede reduktion af PCB-koncentrationen i de enkelte lokaler.

Dette notat indeholder en opgørelse over de anslåede udgifter til gennemførelse af tiltag, som vil bringe koncentrationen af PCB i indeklimaet ned under Sundhedsstyrelsens laveste aktionsværdi. Tiltagene indebærer fjernelse og forsegling af PCB-holdige materialer. Reetablering efter fjernelse af materialer er ligeledes omfattet, ligesom en vurdering af behov for efterfølgende kontrol af, at tiltagene har haft den ønskede effekt og eventuelle vedligeholdelsesarbejder som vedrører PCB-afdamning også er omfattet af notatet.

Rambøll
Poulsgade 8
DK-7400 Herning

T +45 5161 1000
F +45 5161 1001
www.ramboll.dk

Rambøll Danmark A/S
CVR NR. 35128417

Medlem af FRI

2. PCB-holdige kilder til afdampning til indeklimaet

Til vurdering af, hvilke PCB-holdige kilder til afdampning det er nødvendigt at fjerne for at sænke koncentration af PCB i bygningen til under 300 ng/m³ er der foretaget undersøgelser til fastlæggelse af primære-, sekundære- og tertiære kilder til afdampning af PCB i bygningen.

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 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 (eks. maling eller linoleumsgulve fremstillet uden PCB). Disse materialer kan ligeledes potentielt afdampe PCB til indeklimaet og betegnes som tertiære kilder til PCB i indeklimaet.

I Tabel 3.1 ses en opgørelse over PCB-holdige materialer i bygningen inddelt efter kildetype. 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 %.

Kildetype	Omfang
Primære	Elastiske fuger omkring indvendige dørpartier mv. Elastiske fuger ved ventilationskasser Elastiske fuger om oprindelige vindues-/facadepartier Elastiske fuger mellem murværk og betonelementer Forseglingsslim og kit ved termoruder
Sekundære	Murværk og betonelementer ved fugemasse Træværk ved fugemasse om indvendige døre Træværk ved fugemasse i facadepartier Vinduesrammer
Tertiære	Maling (på ind- og udvendige overflader) Polish på gulvklinter (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

Tabel 2.1 Kilder til afdampning af PCB til indeklimaet. Primære kilder er produceret med indhold af PCB. Sekundære kilder har optaget PCB via direkte afsmitning fra tilstødende PCB-holdige materialer. Tertiære kilder har optaget PCB via luften. Kilderne bidrager til den totale afdampning af PCB til indeklimaet i bygningen.

Om indvendige døre i bygningen er der mellem dørkarm og murværk anvendt fugemasse med højt indhold af PCB. I lokalerne i undervisningsfløjen er der anvendt PCB-holdig fugemasse til tætning af en ventilationskasse og til tætning omkring dæklader 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 betonoverligger 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.

Prøverne af betonborekerne og mursten, som har siddet op af PCB-holdig fugemasse viser, at PCB diffunderer fra fugemassen ind i de tilstødende materialer. Det vurderes, at indtrængningen af PCB fra fugemassen direkte ind i tilstødende murværk, beton eller træværk er op til 50 mm. Disse materialer er nu sekundære kilder til PCB-afdampning i bygningen.

Der er konstateret indhold af PCB i alle udtagne prøver fra bygningen og der er risiko for, at der er lavt indhold af PCB i inventar i bygningen (der er ikke udtaget prøver af inventar). Jo længere tid inventaret har været i bygningen, jo højere er indholdet af PCB. Disse kilder er nu tertiære kilder til PCB-afdampning i bygningen.

3. Tiltag til nedbringelse af PCB-niveauet

For at kunne vurdere hvilken betydning de forskellige PCB-holdige materialer har for PCB-niveauet i indeklimaet, er der som nævnt tidligere udarbejdet CFD-analyser i flere lokaler. Resultaterne af disse kan anvendes i forhold til valg af afværgetiltag i hele bygningen.

Analyserne viser, hvilket bidrag til PCB-indholdet i indeklimaet de forskellige primære, sekundære og tertiære kilder har, og hvilke effekter det har, hvis én eller flere af kilderne fjernes. Man kan derved sammenligne effekter og forskelle mellem tiltag til sænkelse af PCB-niveauet i indeklimaet i bygningen inden tiltagene implementeres.

Analyserne viser, at følgende tiltag er nødvendige for at koncentrationen af PCB bringes under 300 ng/m^3 i lokalerne i bygningen:

- Udskiftning af facadepartier
- Udskiftning af indvendige dørpartier
- Udskiftning af gulvbelægninger
- Fjernelse af elastisk fugemasse og afrensning og forsegling af tilstødende murværk

Tiltagene omfatter fjernelse af samtlige primære kilder (elastiske fuger) samt en væsentlig del af de sekundære og tertiære kilder (malet træværk i facade- og dørpartier og forskellige gulvbelægninger).

CFD-analysen indikerer desuden, at der er en ubetydelig forskel på koncentrationerne af PCB i indeluften ved hhv. fjernelse og forsegling af murværk, hvor fugerne har haft vedhæftning.

4. Udførelse af tiltag

Tiltagene omfatter en saneringsfase (hvor PCB-holdige materialer håndteres) og en reetableringsfase (hvor fjernede materialer erstattes af nye materialer). Omfanget af bygningsdele, som skal udskiftes, fremgår af Bilag 1. Efter udført sanering og reetablering vil der i en periode være en monitoringsfase, hvor det kontrolleres, at koncentrationen af PCB i indeluftten holder sig på et stabilt, faldende niveau.

Det forudsættes, at bygningen er ryddet for alt inventar (herunder møbler, lofts- og vægmonteret IT-udstyr, køkkenudstyr, installationer mv.) inden arbejdet med gennemførelse af de beskrevne tiltag iværksættes. Bygningen forudsættes desuden at være tom (ikke i brug/drift), når arbejdet pågår, og arbejdet udføres over *en* etape.

Kælderetagen af bygningen er ikke omfattet projektet. Der er blevet konstateret et niveau af PCB i indeklimaet, som ligger væsentligt under Sundhedsstyrelsens aktionsværdi på 300 ng/m³. Efter målingerne er en af kilderne til afdampningen i kælderen (ældre lysstofarmaturer) desuden udskiftet.

4.1 Saneringsfasen

På baggrund af CFD-analyser og efterfølgende vurderinger fjernes følgende PCB-holdige materialer fra bygningen. I Tabel 4.1 er de enkelte tiltag kort beskrevet.

Tiltag	Beskrivelse
Fjernelse af facadepartier	Lette facadepartier med gips-/eternitplader og termoruder skæres fri fra betondæk og murværk/betonelementer. Isoleringsmateriale i ventilationskasser fjernes. Elastisk fugemasse på tilstødende materialer skæres af og de tilstødende overflader afrenses grundigt ved afslibning af de yderste ca. 2 mm af overfladen. Det afrensede murværk forsegles efterfølgende.
Fjernelse af indvendige dørpartier	Dørpartier skæres fri fra mursten. Elastisk fugemasse på tilstødende materialer skæres af og de tilstødende overflader afrenses grundigt ved afslibning af de yderste ca. 2 mm af overfladen. Det afrensede murværk forsegles.
Fjernelse af gulve	Linoleumsgulve og tæppefliser/væg-væg tæpper anvendt i undervisningslokaler og kontorer fjernes. Plastfodpaneler om linoleumsgulve fjernes. Gulve slibes for at fjerne eventuelle klæberester og/eller maling.
Fjernelse af klinkegulve	Gulvklinker anvendt i kantine, festsal og på gangarealer hugges op og materialet fjernes.
Fjernelse af trægulve	Trægulve anvendt i festsal og på gangarealer fjernes.
Udhugning/bortskæring af tilstødende murværk*	Hvor der er anvendt elastisk fugemasse, bortskæres/udhugges ca. 5 cm af det tilstødende murværk. Dette kan dog kun udføres, såfremt det er teknisk muligt og kan ske uden risiko for bygningens stabilitet (der er ikke foretaget beregninger på dette).

Tabel 4.1 Tiltag til fjernelse og forsegling af PCB-holdige materialer. *Medtaget som option efter ønske fra Viborg Kommune (ikke en del af anbefalingerne til tiltag i CFD-analysen).

I saneringsfasen er der risiko for, at miljø- og sundhedsfarligt støv kan udvikles i væsentligt omfang. Håndværkere kan blive udsat for indånding af PCB-holdigt støv eller indånding af PCB-holdige dampe, og PCB kan optages gennem huden. For nogle byggematerialer gælder desuden, at de udover PCB kan indeholde asbest og/eller tungmetaller.

Under arbejdet anvendes personlige værnemidler i form af støvafvisende arbejdstøj, hovedbeklædning og åndedrætsværn, som er specielt egnet til beskyttelse mod de udviklede dampe og mod støv. Arbejdsstederne afskærms så støvet ikke spredes til omgivelserne. De afskærmede områder ventileres med undertryk og adgangen til arbejdsområdet sker gennem luftsluser. Ved udendørs arbejde afdækkes jorden i de områder, hvor der foregår saneringsarbejder, så der skabes mulighed for en efterfølgende opsamling af løst materiale. Affald fra saneringsarbejdet opsamles løbende og opbevares i lukkede, tydeligt opmærkede containere. Affaldet kategoriseres som farligt affald. Efter saneringsarbejdet foretages en grundig rengøring.

4.2 Reetableringsfasen

Reetableringen tager udgangspunkt i en komplet genopbygning af de berørte bygningsdele svarende til de eksisterende forhold, således at udtryk, funktion og arkitektur ikke forandres som følge af arbejdet. Der er som udgangspunkt valgt materialer, som er sammenlignelige med dem, som fjernes. Såfremt der ønskes et andet bygningsmæssigt udtryk eller en anden anvendelse af lokalerne kan det være hensigtsmæssigt at vælge andre materialer og/eller løsninger.

Det forudsættes, at installationer i bygningen (radiatorer, stikkontakter, rørføringer ol.) bibeholdes uden ændringer.

Det forudsættes desuden, at de reetablerede bygningsdele har samme energi-, brandtekniske og konstruktionsmæssige egenskaber, som de eksisterende bygningsdele. Udarbejdelse af beregninger og vurderinger af, hvorledes udskiftede materialer lever op til krav om bygningsdeles energitekniske og brandtekniske ydeevne ligger uden for dette notat. I Tabel 4.2 er de enkelte tiltag kort beskrevet.

Tiltag	Beskrivelse
Reetablering af facadepartier	Eksisterende facadepartier er opbygget som vinduespartier i træ med fyldninger. Det forudsættes at fyldninger er isoleret med 95mm isolering. I enkelte partier er der indsat et dørparti. Glassets U-værdi er 1,26 W/m ² K.
Reetablering af indvendige dørpartier	Indvendige døre mod gangarealer er gående 10M døre med lodrette glasfelter med materet glas, og et lodret fast felt på ca. 500 mm. Eksisterende el-slutblik genanvendes i nye døre mod gangarealer. Øvrige indvendige døre udføres som massive 9M døre. Anden farve end hvid. Døre er inkl. langskilte, karm, bundstykke, dørgræb mm.
Reetablering af linoleums-gulve	<i>Forudsætning: Underlag af plant afrettet beton.</i> Betongulvet fuldparties, og linoleumsbaner udlægges og tromles og samlinger trådfuges.

Reetablering af tæppegulve	<i>Forudsætning: Underlag af plant afrettet beton. Betongulvet fuldspartles, og tæppegulve udlægges.</i>
Reetablering af klinkegulve	<i>Forudsætning: Eksisterende betondæk fremstår klart og rengjort. Svummelag af cement og sand arbejdes ind i underlaget. Der udlægges afretningslag på 20 mm og fliseklæb. Arbejdet afsluttes med en klinke svarende til eksisterende klinker fuget og afrenset.</i>
Reetablering af trægulve	<i>Forudsætning inden arbejdet kan påbegyndes: Isolering og strøer bibeholdes som eksisterende. Der udlægges ny bølgeparket.</i>
Reetablering af bortskåret tilstødende murværk *	<i>Ved udskiftning af mursten omkring eksisterende døre og vinduer forudsættes det, at inderste mursten mod vinduet/døren inkl. fuger er fjernet, og at tilstødende mursten er afrenset, og klar til ny opmuring. Der er ikke taget forbehold for det statiske ved denne reetablering, idet evt. nye overliggere ol., ikke er medregnet i prisen.</i>

Tabel 4.2 Tiltag til fjernelse og forsegling af PCB-holdige materialer. * Medtaget som option efter ønske fra Viborg Kommune (ikke en del af anbefalingerne til tiltag i CFD-analysen).

4.3

Moniteringsfasen

I forbindelse med udførelse af PCB-sanering i bygningen, bør der efterfølgende udføres kontrolmålinger til monitorering af PCB-koncentrationerne i indeluften, så det fortsat sikres, at Sundhedsstyrelsens aktionsværdier ikke overskrides. Af Tabel 4.3 fremgår anbefalinger til et fremtidigt monitoringsprogram i bygningen i løbet af en 20 årig periode (efter ønske fra Viborg Kommune). Kontrolmålingerne omfatter opsamling af luftprøver, som analyseres for PCB, inspektion af forseglinger og skriftlig afrapportering. Der er taget udgangspunkt i, at der ved hver prøvetagning udtages 15 luftprøver, som ved stikprøver fordeles rundt i bygningen. I forbindelse med udførelse af målingerne vil der desuden blive foretaget en besigtigelse af standen af de forseglede bygningsdele. Hvis det efter kort tid viser sig, at PCB-koncentrationerne er faldet til et meget lavt niveau, kan der evt. revideres i monitoringsprogrammet, så hyppigheden af målingerne nedsættes.

Kontrol-måling nr.	Tidspunkt for udførelse (efter sanering)	Antal PCB-analyser [stk.]
1	3 mdr.	15
2	6 mdr.	15
3	1 år	15
4	2 år	15
5	3 år	15
6	4 år	15
7	6 år	15
8	8 år	15
9	10 år	15
10	15 år	15
11	20 år	15

Tabel 4.3 Monitoringsprogram for PCB i indeluften.

For at sikre at de fremtidige PCB-niveauer holdes under Sundhedsstyrelsens grænseværdier kan der være behov for supplerende forsegling af de sanerede overflader.

Tests af forseglingsproduktet fra TWO Teknik har gennem accelererede forsøg i laboratorium påvist en fuld dækning i minimum 10 år, og det vurderes derfor, at der ikke vil være behov for yderligere forsegling i denne periode. I perioden fra 10 til 20 år vurderes det, at omfanget af en evt. supplerende forsegling vil kunne udgøre omkring en tredjedel i forhold til det nærværende projekt.

I forbindelse med eventuelle fremtidige renoveringsarbejder, herunder udskiftning af facadepartier, døre ol. anbefales det, at der udtages en række prøver inden opstart for at klarlægge behovet for efterfølgende forsegling.

5. Udgifter til sanering, reetablering og monitoring

I Tabel 5.1 er oplistet en estimering af udgifter i forbindelse med fjernelse og forsegling af udvalgte PCB-holdige kilder i bygningen samt reetablering efter saneringen. I forbindelse med arbejdets udførelse skal der desuden påregnes udgifter til fjernelse af inventar samt de- og genmontering af installationer ol.

Der er desuden estimeret en overslagsmæssig udgift til rådgiverhonorar i forbindelse med sanerings- og reetableringsprojektet i Tabel 5.1. Det estimerede honorar er dog ikke et udtryk for et tilbud fra Rambølls side på udførelse af ydelserne, da omfanget af projektet ikke er endeligt fastlagt.

Mængder af bygningsdele er anslået på baggrund af tegningsmateriale og udgifterne er anslået på baggrund af erfaringstal fra andre projekter, vejledende priser fra prisbøger og prisoverslag fra producenter, entreprenører ol. Ved udbud af projekter af denne type, ses der ofte meget forskellige tilbudspriser. De oplistede udgifter kan anvendes som overslagsmæssige tal i forbindelse med budgetlægning ol.

Omfattede arbejder	Mængde	Sanering [kr.]	Reetablering [kr.]	Sum [kr.]
Lette facadepartier	2.000 m ²	735.000	1.700.000	2.435.000
Indvendige dørpartier	88 stk.	60.000	720.000	780.000
Klinkegulve	1.700 m ²	450.000	1.500.000	1.950.000
Linoleumsgulve	2.750 m ²	880.000	730.000	1.610.000
Tæpper	660 m ²	200.000	190.000	390.000
Trægulve	200 m ²	40.000	100.000	140.000
Afrensning af fugemasse	4.000 m	890.000	-	890.000
PCB-rengøring	5.100 m ²	300.000	-	300.000
Byggepladsudgifter (ca. 5%)	-	-	-	440.000
Forsegling	4.000 m	400.000	-	400.000
Rådgiverhonorar (sanerings- og reetableringsprojektet)	-	-	-	1.000.000
Moniteringsprogram (honorar og analyser)	-	-	-	410.000
Total	-	3.955.000	4.940.000	10.745.000
OPTION: Udskiftning af tilstødende murværk*	4.000 m	1.480.000	960.000	2.440.000
Evt. senere genforsegling af murværk	1.500 m	150.000	-	150.000

Tabel 5.1 Anslåede udgifter til PCB-sanering, reetablering og monitorering. Priser er angivet ekskl. moms og i 2015-priser. De angivne priser er generelt inkl. materialeomkostninger, arbejds løn, levering og montering af de nævnte bygningsdele. De opgivne priser er eksklusiv fjernelse og genopsætning af installationer, inventar ol. herunder reetablering af køkken, og det forudsættes endvidere at arbejdet udføres i en etape. * Der kan være ekstra udgifter forbundet med afstivning til sikring af stabilitet, overliggere ol. ifm. udskiftning af tilstødende murværk.

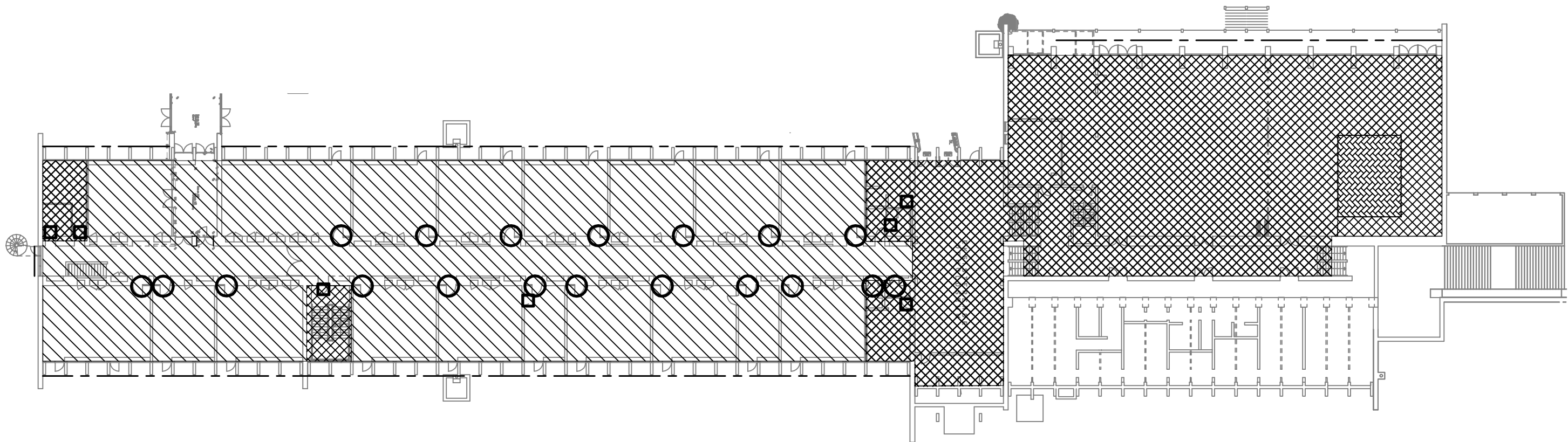
Der er ikke foretaget beregninger af den energimæssige besparelse, der vil være ved udskiftningen facadepartierne. Det anbefales derfor, at der udføres en generel energiteknisk optimering af bygningen i forbindelse med en eventuel renovering.

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.

6. Referencer

- /1/ Rambøll (April 2014). Miljøscreening, Vinkelvej 10, Viborg.
- /2/ Rambøll (juni 2014). PCB-undersøgelse – Mercantec.
- /3/ <http://sundhedsstyrelsen.dk/~media/3759EBD9E7D542DE9B9FDD3220BC45C8.ashx>
- /4/ Rambøll (21. oktober 2014). Kontrolmålinger. PCB-undersøgelser - Mercantec.
- /5/ Rambøll (27. februar 2015) PCB-handlingsplan og CFD-analyse for Vinkelvej 20.

Bilag 1



SIGNATUR:

- Nye klinker
- Ny linoleum
- Nyt tæppe
- Nyt trægulv
- Ny facade
- Ny dobbeltdør eller ny dør med eksisterende elektronisk lås
- Ny almindelig massiv dør

Rev.	Dato	Konst.	Tegn.	Kontrol.	Godk.
	2015-03-11	MRA	MRA	CTB	LOV

Projektnr. 1100012237 Mål 1:400

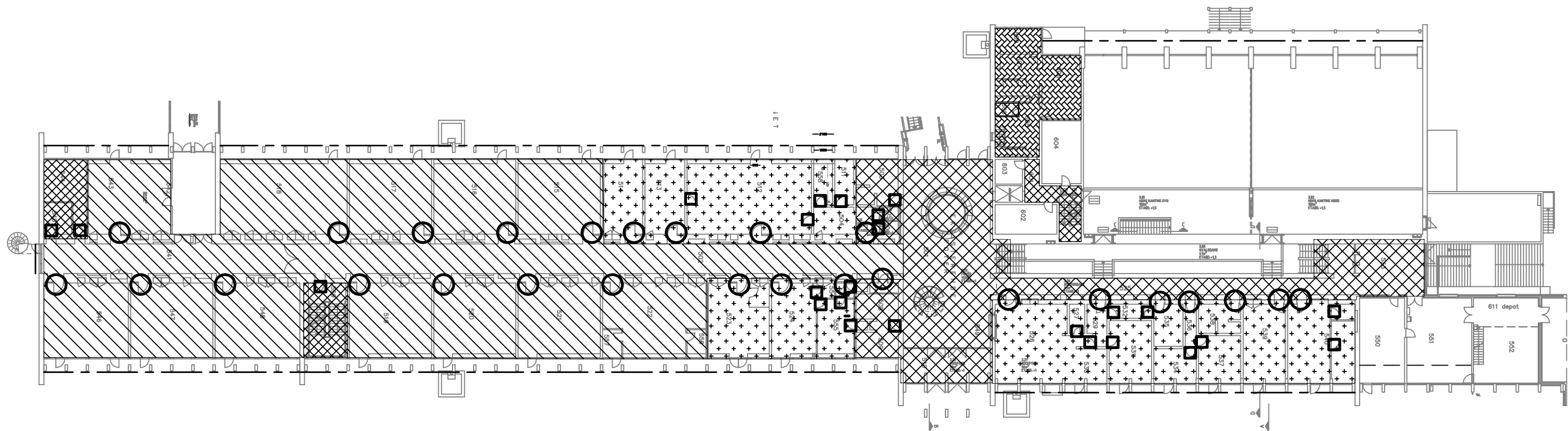
Mercantec Viborg
PCB sanering

Konstruktionsudskiftning
Underetage

RAMBOLL

Poulsgade 8
DK-7400 Herning
Tlf. +45 51 61 10 00
Fax +45 51 61 10 01
www.ramboll.dk

Tegning nr. Rev.
HV5900 00



SIGNATUR:

- Nye klinker
- Ny linoleum
- Nyt tæppe
- Nyt trægulv
- Ny facade
- Ny dobbeltdør eller ny dør med eksisterende elektronisk lås
- Ny almindelig massiv dør

Rev.	Dato	Konst.	Tegn.	Kontrol.	Godk.
	2015-03-11	MRA	MRA	CTB	LOV

Projektnr. 1100012237 Mål 1:400

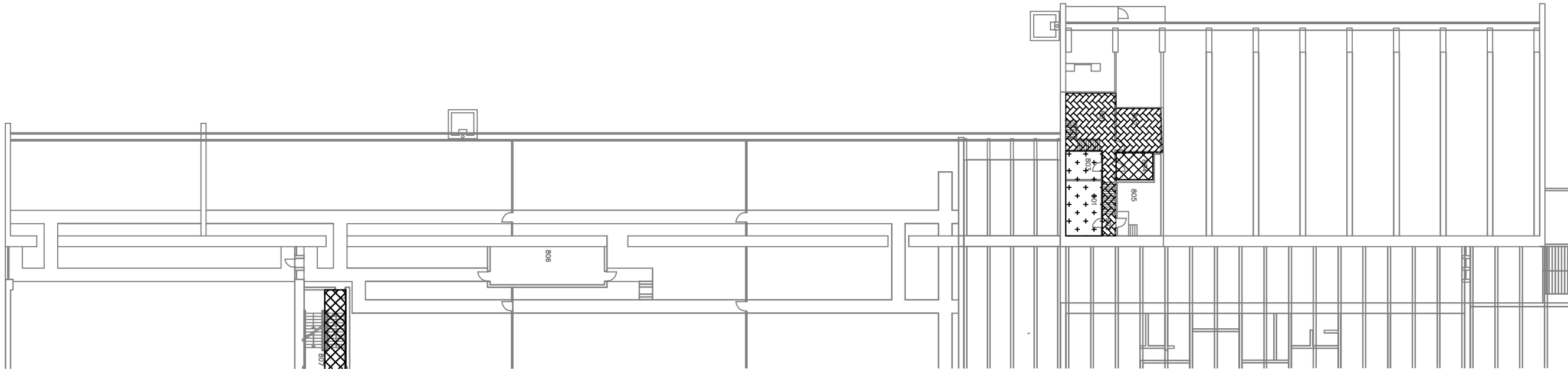
Mercantec Viborg
PCB sanering

Konstruktionsudskiftning
Indgangsetage

RAMBOLL

Poulsgade 8
DK-7400 Herning
Tlf. +45 51 61 10 00
Fax +45 51 61 10 01
www.ramboll.dk

Tegning nr. HV5901 00



- SIGNATUR:
- Nye klinker
 - Ny linoleum
 - Nyt tæppe
 - Nyt trægulv
 - Ny facade
 - Ny dobbeltdør eller ny dør med eksisterende elektronisk lås
 - Ny almindelig massiv dør

Rev.	Dato	Konst.	Tegn.	Kontrol.	Godk.
	2015-03-11	MRA	MRA	CTB	LOV

Projektnr. 1100012237 Mål 1:400

Mercantec Viborg
PCB sanering

Konstruktionsudskiftning
Indgangsetage

RAMBOLL

Poulsgade 8
DK-7400 Herning
Tlf. +45 51 61 10 00
Fax +45 51 61 10 01
www.ramboll.dk

Tegning nr. Rev.

HV5902 00