



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Afdampning fra fugemasser som anvendes til tætningsprojekter i boliger

Teknologiudviklingsprogrammet for jord-
og grundvandsforurening

Miljøprojekt nr. 1597, 2015

Titel:

Afdampning fra fugemasser som anvendes til tætningsprojekter i boliger

Redaktion:

Majbrith Langeland, Grontmij A/S
Maria Kristensen, Grontmij A/S

Udgiver:

Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K
www.mst.dk

År:

2015

ISBN nr.

978-87-93178-92-2

Ansvarsfraskrivelse:

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

Forord	4
Sammenfatning og konklusion	5
Summary and Conclusion	7
1. Indledning	9
1.1 Baggrund	9
1.2 Undersøgelingsstrategi.....	10
2. Metodebeskrivelse, undersøgelse af afdampning	14
2.1 Indledende screeningsforsøg.....	14
2.2 Udvidet screeningsforsøg	14
2.2.1 Prøvetagning	14
2.3 Afdampning fra udvalgte fugemasser over tid.....	15
2.3.1 Prøvetagningsstrategi og hærdningstid	16
3. Resultater	18
3.1 Indledende screeningsforsøg.....	22
3.2 Udvidede screeningsforsøg.....	24
3.3 Afdampning fra udvalgte fugemasser over tid.....	25
4. Opsamling og vurdering	29
4.1 Screeningsforsøg (indledende og udvidet)	29
4.2 Sammenfatning af resultater fra screeningsforsøg	29
4.3 Afdampning af udvalgte fugemasser over tid	30
4.4 Samlet vurdering.....	30
4.4.1 Vurdering af resultater fra screeningsforsøg	30
4.4.2 Vurdering af resultater fra afdampningsforsøg over tid.....	30

[Download bilagssamling](#)

Forord

Miljøstyrelsen har under Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening givet støtte til Region Midtjylland til dette projekt, der skal vurdere om fugemasser der anvendes i byggeriet i dag, kan give en betydende afdampning til indeklimaet i boliger og dermed påvirke den samlede risikovurdering for indeklimaet. Projekt omfatter undersøgelse af fugemasser, der anvendes til indendørs tætning i bygninger.

Målsætning for projektet er således, at

- pege på et udvalg af fugemasser, som er anvendelige til tætning af en bygning, hvor der er risiko for indtrængning af de flygtige oliekomponenter benzen, xylener, toluen og ethylbenzen eller chlorerede opløsningsmidler
- undersøge hvilke fugemasser, danske regioner anvender i dag til gennemførelse af tætningsprojekter i boliger

Projektet er en del af et udviklingsprojekt. Projektet er udført i samarbejde med Region Midtjylland ved Børge Hvidberg og er støttet af Miljøstyrelsens Teknologiuudviklingspulje.

Undersøgelserne i nærværende projekt er udført af Grøntmij A/S.

Sammenfatning og konklusion

Transporten af forurenede poreluft til indeklimaet i en bolig sker primært via utætheder f.eks. i gulvkonstruktionen eller revner, sprækker langs vægge og gulvkonstruktion. Utæthederne (indtrængningspunkterne) virker som spredningsveje for forurenede poreluft. Risikoen for påvirkningen af indeklimaet i boligen kan derfor hindres eller nedbringes ved at gennemføre et tætningsprojekt for/af de påviste indtrængningspunkter, for derved at nedbringe påvirkningen af indeklimaet fra den forurenede poreluft under bygningen. Til dette formål anvendes i vid udstrækning fugemasser. Fugemasser anvendes desuden til tætning langs f.eks. vægge, lofter og omkring døre/vinduer.

Dette projekt har til formål, at pege på et udvalg af fugemasser, som er anvendelige til tætning af en bygning, hvor der er risiko for indtrængning af flygtige oliekomponenter benzen, xylener, toluen og ethylbenzen eller chlorerede opløsningsmidler. Endvidere at vurdere hvilke fugemasser, danske regioner anvender i dag til gennemførelse af tætningsprojekter i boliger.

På baggrund af tilbagemeldinger fra de 5 regioner samt erfaringer fra tætningsprojekter hos Grontmij A/S er der udvalgt hyppigt anvendte fugemasser til videre undersøgelse. Der er udført hhv. et indledende og et udvidet screeningsforsøg, hvor afdampningen af oliekomponenter benzen, xylener, toluen og ethylbenzen og chlorerede opløsningsmidler fra fugemasserne er undersøgt. Det er vigtigt at bemærke, at der er indkøbt nye eksemplarer af de udvalgte fugemasser til hvert enkelt forsøg. På baggrund af resultaterne fra screeningsforsøgene er der udvalgt 4 fugemasser til videre undersøgelse af afdampning over tid. Forsøgene er udført af Grontmij A/S.

Ved de udførte screeningsforsøg er der samlet set påvist indhold af chlorerede opløsningsmidler (PCE, TCE og TCM) i 5 ud af 32 luftprøver, hvor der er indsamlet luftprøver fra gasfasen umiddelbart over fugemassen. Det vurderes at de silikonebaserede fugemasser varierer meget i forhold til f.eks. afdampning af chlorerede opløsningsmidler, og at der er en tendens til, at risikoen for et indhold af chlorerede opløsningsmidler er højere i silikoneprodukterne end i de øvrige typer af fugemasser. Generelt er der påvist indhold af BTEX-komponenter i gasfasen over fugemasser, der er undersøgt ved de udførte screeningsforsøg. Ved de to gennemførte forsøg har der været vekslende resultater. Dette kan muligvis skyldes, at det indledende og det udvidede forsøg ikke blev udført efter samme metode. Det vurderes dog som mere sandsynligt, at der er tale om forskelle på produktionspartier af de enkelte fugemasser. Forsøgene blev ikke udført med fugemasse fra samme emballage, og der kan derfor være en forskel på sammensætning af de respektive fugemasser fra forskellige produktionspartier. Det vurderes på baggrund af resultaterne at nogle af de testede fugemasser kan være problematiske at anvende ved tætning i bygninger, i tilfælde hvor selv en kortvarig overskridelse af Miljøstyrelsens afdampningskriterium ikke må forekomme.

Resultaterne fra afdampningsforsøget over tid viser, at der er en tendens til at der ved starten af forsøget ses stor afdampning fra de 4 udvalgte fugemasser. Efterfølgende ses der en faldende tendens i afdampningen til og med den sidste prøvetagning (efter 72 timer). Der er stort set ikke påvist betydende indhold af hverken chlorerede opløsningsmidler eller BTEX'er i luftprøverne udtaget efter 72 timer. Det vurderes på baggrund af resultaterne, at de testede fugemasser under det simulerede luftskifte er næsten fuldt hærdede efter 24-72 timer.

Efter prøvetagningen ved 72 timer blev det påførte luftskifte på 0,1 l/min frakoblet, og der blev udtaget prøver efter 14 døgn. Disse prøver viste igen indhold af flygtige stoffer.

På baggrund heraf kan det konstateres, at der efter 72 timer fortsat sker en mindre afdampning af flygtige stoffer fra fugemasserne. Det vurderes, at afdampningen efter 72 timer er så lille, at den ikke vil udgøre et problem ved anvendelse af en af de testede fugemasser til tætning i boliger med et normalt luftskifte.

De polyurethanbaserede fugemasser kan dog være problematiske pga. et højt indhold af ethylbenzen og xylener.

Ved indeværende projekt kan det ikke endeligt konstateres, hvilke typer af fugemasser, der kan anbefales at anvende til større tætningsprojekter i bygninger med følsom anvendelse. Valget af fugemasse ved større tætningsprojekter bør tage udgangspunkt i fugemassens fleksibilitet, klæbeevne, bestandighed og afdampning. Forsøgene i indeværende projekt viser, at der bør gå minimum 3 døgn før der foretages kontrolmålinger af et tætningsprojekts effekt.

Endvidere anbefales, at der inden gennemførelse af et større tætningsprojekt udføres en vurdering af den/de fugemasser, der ønskes anvendt for at vurderes hvilken påvirkning fugemassen kan have på indeklimaet på kort sigt, jf. skemaet i bilag 8. I enkelte tilfælde kan der være behov for at udføre en analyse af den valgte fugemasse. Dette anbefales alene på grund af den variation som de udførte forsøg dokumenterer, der er mellem forskellige produktionspartier af fugemasser.

Summary and Conclusion

The transport of contaminated soil vapor into the indoor air of a house is primarily caused by leakages in the construction of the floor or cracks along the wall and floor construction. The effect on the indoor air quality from the vapor intrusion can be reduced by sealing the leakages by using relevant sealants. Sealants are also used to seal along walls, roofs and along the edges of doors and windows.

The purpose of this project is to find a selection of sealants that can be used to seal leakages in buildings that are at risk of indoor air intrusion by volatile compounds such as the components benzene, xylenes, toluene and ethylbenzene or chlorinated compounds. Moreover the purpose is to evaluate which sealants the Danish regions are using to their projects revolving sealing in buildings.

A selection of frequently used sealants has been chosen due to feedback from the 5 Danish regions as well as experiences from sealing projects performed by Grontmij A/S. Two experiments were executed (an initial screening and an extended screening) to investigate the evaporation of the components benzene, xylenes, toluene and ethylbenzene (BTEX), and chlorinated compounds from the chosen sealants. For every experiment, new products of the sealants were purchased.

On basis of the results from the screening experiments, 4 sealants have been chosen to further investigate the evaporation over time. All experiments in this project have been performed by Grontmij A/S.

The results of the screening experiments show an evaporation of chlorinated compounds (PCE, TCE and TCM) from 5 out of 32 sealants. The silicon based sealants are assessed to vary in content of for example chlorinated compounds and has a tendency to have a higher content of chlorinated compounds than the other types of sealants. In general, the results show a content of BTEX-components in the vapor phase from the tested sealants. The reason for the variation in the results could possibly be that the method used in the initial experiment was different from the method used in the extended experiment. It is more likely that the variation is due to differences in the production batches. The experiments were not conducted with sealants from the same packaging which indicate that there can be differences in the composition of the sealants in different production batches. The results indicate that some of the tested sealants can be problematic to use in sealing projects, where evaporation criteria set by the Danish Environmental Protection Agency are the criteria for success.

The results from the investigation of the evaporation over time for the 4 chosen sealants show a tendency that the evaporation increases after the first sampling after 1 hour. After the increase in the vapor, there is a decreasing tendency until the results after the last sampling after 72 hours. During the simulated air change, the evaporation from the sealants only takes place within the period of 72 hours where the sealants are nearly completely hardened.

After 14 days the result of the analysis show some content of VOC again, due to the simulated change of air ended after 72 hours. The content of VOC's is so small that it will not become a problem to use one of the tested sealants in a building with normal air exchange.

The polyurethanebased sealants can be problematic to use because of a high content of ethylbenzenes og xylenes.

It cannot be final identified which types of sealants, that can be recommended to use in a sealing project in buildings with sensible application. The choice of the sealant, ought to be taken from the flexibility of the sealant, the sealants adhesive properties and its resistance and evaporation capabilities. The experiments in the present project indicate that a minimum of 3 days has to go by before control measurements are save to execute, in a newly sealed building.

It is recommended that an evaluation of the sealants are done before the initiation of a sealing project to determine which effect the chosen sealant could have on the indoor air in short terms, c.f. annex 8. In some cases, it can be necessary with an analysis of the chosen sealant. This is recommended, because of the variation between different productions batches, which is documented in this project.

1. Indledning

1.1 Baggrund

Transporten af forurenede poreluft til indeklimaet i en bolig sker primært via utætheder f.eks. i gulvkonstruktionen eller revner, sprækker langs væg og gulvkonstruktion. Utæthederne (indtrængningspunkterne) virker som spredningsveje for forurenede poreluft. Påvirkningen af indeklimaet i boligen kan derfor hindres eller nedbringes ved at gennemføre et tætningsprojekt for/af de påviste indtrængningspunkter. For derved at nedbringe påvirkningen af indeklimaet fra den forurenede poreluft under bygningen. Til dette formål anvendes i vid udstrækning fugemasser.

Såfremt der frigives flygtige organiske forbindelser fra de anvendte fugemasser, er der risiko for at den gennemførte tætning kan bidrage til indeklimateforureningen. Efter gennemførelser af tætninger foretages der ofte indeklimatemålinger til dokumentation for effekten af den gennemførte aktivitet. Der er således risiko for at der drages fejlagtige konklusioner, hvis tætningsmaterialet afgiver de samme flygtige organiske forbindelser, som der undersøges for i indeklimaet.

Miljøstyrelsen har tidligere i samarbejde med Teknologisk Institut udarbejdet et rapport vedrørende kortlægning af – og afgivelse af – kemiske stoffer i fugemasser (Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter nr. 38, 2004; Nils H. Nilson, Søren Pedersen, Paul Lyck Hansen og Ivan Christensen, Teknologisk Institut). Her blev i flere tilfælde påvist afdampning af BTEX-komponenter, først og fremmest xylener, fra fugemasser. Denne undersøgelse havde imidlertid ikke fokus rettet imod at oplyse indholdet i specifikke fugemasser og undersøgelserne omfattede ikke chlorerede opløsningsmidler. Risikoen for indeklimatepåvirkning med chlorerede opløsningsmidler er den væsentligste årsag til gennemførelse af indeklimateundersøgelser på potentielt forurenede grunde.

I et indledende screeningsforsøg udført af Grontmij i 2009 blev der udvalgt 4 hyppigt anvendte fugemasser til indendørs tætning. Forsøgene påviste emission af chlorerede opløsningsmidler fra 3 ud af 4 fugemasser. Fra 2 af de 4 fugemasser blev der påvist indhold af PCE (tetrachlorethylen), der overskred Miljøstyrelsens afdampningskriterium. Der blev for samtlige fugemasser påvist afdampning af 2-4 BTEX-komponenter. Forsøgsresultaterne fremgår af analyserapporten vedlagt i bilag 6.

Forsøgene indikerede et behov for at få klarlagt hvilke fugemasser, der er anvendelige til tætning i bygninger, hvor der er påvist en påvirkning af indeklimaet med miljøfremmede stoffer, og hvilken betydning en eventuel afdampning fra fugemasser kan have for den samlede indeklimatevurdering.

I nærværende projekt er der udført en udvidet screening, i form af to identiske forsøg, af 16 udvalgte fugemasser, der anvendes i vid udstrækning til indendørstætning. Afdampningen af BTEX'er og chlorerede opløsningsmidler er undersøgt for de udvalgte fugemasser. De 2 fugemasser fra det indledende forsøg, hvorfra der blev påvist afdampning af PCE, der overskred Miljøstyrelsens afdampningskriterium, indgår i de 16 udvalgte fugemasser i de udvidede screeningsforsøg. Det skal dog bemærkes, at der til det første udvidede screeningsforsøg er indkøbt nye eksemplarer af de 2 produkter.

Til det andet udvidede screeningsforsøg er der indkøbt nye fugemasser af tilsvarende produkter som anvendt i første udvidede screeningsforsøg.

På baggrund af resultaterne fra de udvidede screeningsforsøg, er der udvalgt de 4 fugemasser, der har vist den største afdampning. For disse 4 fugemasser er afdampningen af BTEX'er og chlorerede opløsningsmidler herefter målt over tid. Der er udtaget en prøve efter 1 time, 24 timer, 72 timer og efter 14 døgn. Disse prøveintervaller er fastlagt for at undersøge, om afdampningen af chlorerede opløsningsmidler og BTEX'er er faldende efterhånden som fugemasserne hærdner.

Afhærdningstiden for de enkelte udvalgte fugemasser fremgår af figur 1.1.

1.2 Undersøgelingsstrategi

Strategien for projektet har været at undersøge hvilke fugemasser, der viser den mindste afdampning og dermed er egnede til brug ved tætning af bygninger på lokaliteter, hvor der er risiko for påvirkning af indeklimaet pga. afdampning af flygtige oliekomponenter som benzen, toluen, ethylbenzen og xylener eller chlorerede opløsningsmidler.

Der blev i forbindelse med udvælgelse af fugemasser til de udvidede screeningsforsøg udsendt et brev samt spørgeskema til landets 5 regioner for at få indtryk af hvilke fugemasser, der oftest anvendes landet over til større tætningsarbejder i bygninger med indeklimaproblemer. Brev samt spørgeskema findes i bilag 1. Tilbagemeldinger herpå var imidlertid begrænset, og derfor blev de oftest anvendte fugemasser til formålet hos Grontmij inddraget. Der blev desuden taget kontakt til Danalim samt et antal danske leverandører af fugemasser for at undersøge hvilke fugemasser, disse anbefaler til formålet. På denne baggrund blev der indkøbt 16 fugemasser fra et antal byggemarkeder til de udvidede screeningsforsøg.

I forbindelse med udvælgelsen blev der lagt vægt på, at alle typer af fugemasser var repræsenteret. De udvalgte fugemasser er blevet inddelt i grupper efter type. Grupperne og antallet af fugemasser fremgår af tabel 1.2.

Gruppe	Antal
Silikonefugemasser	3
MS-polymerfugemasser	4
Polyurethanfugemasser (xylen-baserede)	2
Akrylfugemasser	7
I alt	16

TABEL 1.2
UDVALGTE FUGEMASSER INDDELT EFTER TYPE

En oversigt over de udvalgte fugemasser findes i figur 1.1. nedenfor samt i bilag 2.

Produktblade for de udvalgte fugemasser er vedlagt i bilag 3. Som det fremgår af figur 1.1 var det ikke muligt at indhente produktblade for 4 af de udvalgte fugemasser. Disse var indkøbt i lavprisbygemarkeder, og der fremgår ingen producent af emballagen.

Produktbillede



Produktbeskrivelse

Navn: Byggesilicone – nr. 515

Type: Silikone

Producent: Dana Lim A/S

Produceret i: Danmark

Indkøbt: XL.byg

Produktblad: Ja

Afhærdningstid: 1-2 mm/døgn

Produktbillede



Produktbeskrivelse

Navn: Sikasil®-C

Type: Silikone

Producent: Sika Danmark A/S

Produceret i: Schweiz

Indkøbt: Bauhaus

Produktblad: Ja

Afhærdningstid: 2 mm/døgn



Navn: Sista sanitet og byggesilikone

Type: Silikone

Producent: Henkel

Produceret i: Ukendt

Indkøbt: Jem og Fix

Produktblad: Nej

Afhærdningstid: Ukendt



Navn: 1k tætningsmasse

Type: MS-polymer

Producent: Alfix

Produceret i: Danmark

Indkøbt: Silvan

Produktblad: Ja

Afhærdningstid: 24 timer efter sidste lag, afhærdningstid på beton er 14 dage.



Navn: Sikaflex AT – Connection

Type: MS-polymer

Producent: Sika Danmark A/S

Produceret i: Schweiz

Indkøbt: Bauhaus

Produktblad: Ja

Afhærdningstid: Ukendt



Navn: Tec7

Type: MS-polymer

Producent: Novatech

Produceret i: Ukendt

Indkøbt: XL byg

Produktblad: Ja

Afhærdningstid: 6 mm = 24 timer, 7 mm = 48 timer, 8 mm = 72 timer



Navn: MS byggefuge – nr. 522

Type: MS-polymer

Producent: Dana Lim A/S

Produceret i: Danmark

Indkøbt: XL byg

Produktblad: Ja

Afhærdningstid: 2-3 mm/døgn



Navn: Sikaflex 11 FC

Type: Polyurethan (xylenbaseret)

Producent: Sika Danmark A/S

Produceret i: Schweiz

Indkøbt: Bauhaus

Produktblad: Ja

Afhærdningstid: 3 mm/døgn



Navn: PU Byggefuge – nr. 532

Type: Polyurethan (xylenbaseret)

Producent: Dana Lim A/S

Produceret i: Danmark

Indkøbt: Carl Ras

Produktblad: Ja

Afhærdningstid: Ukendt



Navn: Akrylfog DIY

Type: Akryl

Producent: Bostik

Produceret i: Ukendt

Indkøbt: Bygma

Produktblad: Ja

Afhærdningstid: 5 mm/3 døgn



Navn: Akryltætningsmasse – nr. 820

Type: Akryl

Producent: Bostik

Produceret i: Sverige

Indkøbt: Bygma

Produktblad: Ja

Afhærdningstid: 5 mm/3 døgn



Navn: Akrylfuge

Type: Akryl

Producent: Ukendt, fremgår ikke af emballagen

Produceret i: Ukendt

Indkøbt: Netto

Produktblad: Nej

Afhærdningstid: Ukendt



Navn: Sista Akrylfuge
 Type: Akryl
 Producent: Henkel
 Produceret i: Ukendt
 Indkøbt: Jem og Fix
 Produktblad: Nej
 Afhærdningstid: Ukendt



Navn: Akryltætningsmiddel
 Type: Akryl
 Producent: Ukendt, fremgår ikke af emballagen
 Produceret i: Ukendt
 Indkøbt: Biltema
 Produktblad: Nej
 Afhærdningstid: Ukendt



Navn: Tætningsmasse
 Type: Akryl
 Producent: Baufix
 Produceret i: Tyskland
 Indkøbt: Aldi
 Produktblad: Ja
 Afhærdningstid: Ukendt



Navn: Sikacryl-S+
 Type: Akryl
 Producent: Sika Danmark A/S
 Produceret i: Schweiz
 Indkøbt: Bauhaus
 Produktblad: Ja
 Afhærdningstid: 1-2 mm/døgn

FIGUR 1.1
 OVERSIGT OVER DE UDVALGTE FUGEMASSER MED BILLEDE OG PRODUKTBESKRIVELSE. DER ER DESUDEN
 ANGIVET HVOR PRODUKTET ER INDKØBT SAMT OM DER ER FUNDET ET PRODUKTBLAD, DER OGSÅ FREMGÅR AF
 BILAG 3.

2. Metodebeskrivelse, undersøgelse af afdampning

2.1 Indledende screeningsforsøg

Det indledende forsøg, der ligger til grund for denne undersøgelse, blev udført i september 2009. Forsøget blev udført ved at afveje ca. 17 g fugemasse i en rilsanpose, der efterfølgende blev henstillet, for at ligevægten mellem fugemasse og gasfase kunne indstille sig. Prøveposerne henstod i ca. 6-8 timer ved stuetemperatur. Herefter blev der udtaget en luftprøve fra hver pose ved opsamling på et kulrør. Luftprøven blev opsamlet vha. en ripopumpe.

2.2 Udvidet screeningsforsøg

De udvidede screeningsforsøg i nærværende projekt blev udført i perioden fra april 2011 til maj 2011 og gentaget med tilsvarende nyindkøbte produkter i april 2012. Forsøgene blev udført efter nedenstående metode.

I en diffusionstæt 2,5 liter glasflaske blev afvejet ca. 50 g fugemasse pr. flaske. For at opnå størst mulig kontaktflade mellem fugemasse og gasfase, blev der udlagt fugemasse over hele bunden af flasken i så tyndt et lag som muligt for så vidt muligt at repræsentere en "normal" fugetykkelse. Bunden af flasken var ca. 12 cm i diameter. Der blev påsat låg med teflonmembran på flasken, så hurtigt som muligt efter tilsætningen af fugemassen. Afvejningen af fugemasserne samt start- og sluttidspunkt for forsøget findes i bilag 4.

Efter afvejningen af fugemasserne blev flaskerne henstillet ved stuetemperatur i ca. 4 døgn.

Der er i bilag 4 vedlagt forsøgsnotater fra de udførte screeningsforsøg.

2.2.1 Prøvetagning

Fra prøveflaskerne blev der udtaget en luftprøve på kulrør. Der blev udtaget én luftprøve pr. prøveflaske. Efter prøveudtagning blev kulrøret tilproppet og placeret i en lufttæt rilsanpose, der blev lukket med strips, hvorefter prøven blev sendt til laboratorium for analyse for chlorerede opløsningsmidler og BTEX'er.

Forsøgsopstilling af prøvetagningen fremgår af figur 2.1 nedenfor.



FIGUR 2.1
FORSØGSOPSTILLINGEN UNDER PRØVETAGNINGEN.

2.3 Afdampning fra udvalgte fugemasser over tid

Forsøget, hvor afdampningen fra udvalgte fugemasser over tid blev undersøgt, blev udført i april 2012.

Fremgangsmåden for afvejning var den samme som beskrevet i afsnit 2.2. Efter afvejningen af de udvalgte fugemasser, blev prøveflaskerne udsat for et konstant luftskifte på 0,1 l/min ved tilførsel af luft vha. RIPO-pumpe med PE-slange og kanyle. Der blev endvidere placeret endnu en kanyle i lågets teflonmembran, for at sikre luftskiftet i prøveflasken.

Der blev efterfølgende udtaget en prøve efter samme fremgangsmåde som beskrevet i afsnit 2.2.1 efter hhv. 1 time, 24 timer, 72 timer og 14 døgn.

Det påførte luftskifte blev frakoblet efter prøveudtagningen som blev udført efter 72 timer. I perioden fra 72 timer til 14 døgn har der således ikke været noget decideret luftskifte i forsøgsopstillingen, da der kun har været adgang til atmosfæren via en kanyle i teflonhætten.

2.3.1 Prøvetagningsstrategi og hærningstid

Til det simulerede luftskifte, der blev påført prøveflaskerne, blev der valgt et flow på 0,1 l/min. Denne strategi blev valgt på baggrund af SBI's (Statens Byggeforskningsinstitut) anbefalinger om, at der i en bolig som minimum er et luftskifte på 0,5 gange pr. time. Da det ikke var muligt for de anvendte RIPO-pumper at pumpe stabilt ved et flow på under 0,1 l/min blev dette valgt som flow for det simulerede luftskiftet ved forsøget. Et luftskifte med et flow på 0,1 l/min svarede til et luftskifte på 1 gang pr. time i forsøgsopstillingen.

Der blev foretaget en analyse af producenternes oplysninger om hærningstid for de udvalgte fugemasser, jf. produktblade i bilag 3. Med baggrund i denne analyse blev der fastlagt et prøvetagningsprogram for forsøget.

For de fleste bygningsfugemasser oplyser producenten, at fugemasserne er overfladetør (hindedannelse) fra ca. 10 min. -12 timer efter påføring samt at de er hærdet eller bestandige efter 24-72 timer afhængigt af tykkelsen af det påførte lag fugemateriale, jf. figur 2.2 for et eksempel fra et produktblad hvor hindedannelse og hærningshastighed er fremhævet.

For de forskellige produkter, anvendes der lidt forskellige udtryk for begrebet overfladetør (hindedannelse) og for begrebet hærdet eller bestandige. Det er dog muligt at vurdere begreberne ved gennemgang af produktbladet. Begreberne overfladetør og hærdet/bestandige har en direkte sammenhæng til afdampning af opløsningsmidler fra fugemasserne, og har derfor en væsentlig betydning for vurderingen af hvilken fugemasse der er egnet til gennemførelse af tætningsprojekter på forurenede grunde.

Der blev med baggrund i de forskellige produkters hærningstid fastlagt prøvetagningsintervaller efter hhv. 1 time, 24 timer og 72 timer.

I nedenstående figur 2.2 er vist et eksempel på produktblad.

Sikasil®-C

1-komponent bygge- og sanitetssilikonfugemasse

Produkt beskrivelse	<p>Sikasil-C er en elastisk kombineret sanitets- og byggesilikon med neutralt hærdesystem.</p> <p>Hærdningen sker ved optagelse af luftens fugtighed.</p> <p>Hindedannelse sker i løbet af 10-15 minutter.</p> <p>Sikasil-C gennemhærdner, afhængigt af klimatiske forhold og fugedybder med en hastighed på ca. 2 mm i døgnet.</p> <p>Fugemassen kan optage bevægelser på max. 25% af den oprindelige fugebredde.</p> <p>Sikasil-C tåler temperaturer fra -50°C til +180°C.</p> <p>Sikasil-C kan ikke overmales.</p>
Anvendelsesområder	<p>Sikasil-C har to primære anvendelsesområder:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Bygningsfuger generelt ved f.eks. vinduer, døre, o. lign.■ Sanitære fuger – f.eks. i baderum, brusenicher o. lign.
Egenskaber / fordele	<ul style="list-style-type: none">■ 1-komponent■ Neutralt hærdesystem■ Bevægelse op til 25%■ Ikke korrosiv■ Tilsat antimugmiddel■ God vedhæftning til alle byggematerialer
Produkt data	
Udseende / farve	Hvid, grå, sort, brun, klar
Lager	
Lager konditioner / holdbarhed	Holdbarheden i ubrudt emballage er 15 måneder fra produktions dato, ved tør og kølig opbevaring mellem +10°C til +25°C.
Tekniske data	
Type	1-komponent højelastisk silikonbaseret fugemasse med neutralt hærdesystem.
Densitet	Ca. 1,5 kg/l
Hårdhed, shore A:	Ca. 29
Hærdnehastighed *):	Ca. 2 mm/døgn
Hindedannelse *):	Ca. 10-15 minutter
Arbejdstemperatur:	+5°C til +40°C
Temperaturbestandighed:	-50°C til +180°C

FIGUR 2.2

UDSNIT AF ET PRODUKTBLAD FOR ET TILFÆLDIGT FUGEPRODUKT, HVOR HINDEDANNELSEN OG HÆRDNINGSHASTIGHEDEN ER ANGIVET (RØD FIRKANT).

3. Resultater

Analyseresultaterne er vist i tabel 2.1.

I bilag 5 og 6 er der vedlagt analyserapporter for hhv. det indledende forsøg (2009) og de udvidede screeningsforsøg (2011 og 2012).

I det følgende er der givet en sammenfattende beskrivelse af forsøgsresultaterne for det indledende forsøg, de udvidede screeningsforsøg og forsøget med afdampning over tid.

TABEL 2.1. FORSØGSRESULTATERNE FRA DET INDLEDENDE SCREENINGSFORSØG SAMT FOR DE TO UDVIDEDE SCREENINGSFORSØG. ENHED µg/m³. FED SKRIFT = OVERSKRIDELSE MILJØSTYRELSENS AFDAMPNINGSKRITERIUM

Type	Produkt	Dato	Tetrachlorethylen PCE	Trichlorethylen TCE	Trichlormethan Chloroform TCM	1,1,1-Trichlorethan TCA	Tetrachlormethan TeCM	Benzen	Toluen	Ethylbenzen	Xylener
Silikone	Byggesilikone - nr. 515	2011	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	200	31	92
		2012	<5,0	9,3	<5,0	<5,0	<5,0	58	2.600	15	42
	Sista sanitet og byggesilikone	2011	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	43	56	9,9	56
		2012	<5,0	<5,0	70	<5,0	<5,0	28	87	<5,0	15
	Sikasil-C	2011	5,8	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	1.100	180	766
		2012	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	2.900	<5,0	130
MSPolymer	1k tætningssmasse	2011	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	44	83	6,7
		2012	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	78	39	20
	Sikaflex AT – Connection	2011	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	280	520	1.680
		2012	<5,0	32	<5,0	<5,0	<5,0	22	1.000	1.400	5.100

Type	Produkt	Dato	Tetrachlorethylen PCE	Trichlorethylen TCE	Trichlormethan Chloroform TCM	1,1,1-Trichlorethan TCA	Tetrachlormethan TeCM	Benzen	Toluen	Ethylbenzen	Xylener
	MS byggefuge – nr. 522	2009	68	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	2.300	<3,3	7,8
		2011	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	20	900	3.600	12.500
		2012	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	85	<5,0	18
	Tec7	2009	42	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	80	<3,3	4,7
		2011	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	32	36	30
	Polyurethan	Sikaflex 11FC	2011	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	680	7.900	93.000
2012			<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	32	770	2.700
PU Byggefuge – nr. 532		2011	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	130	220.000	1.138.000
		2012	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	1.700	350.000	1.700.000
Akryl	Akrylfog DIY	2011	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	23	130	45
		2012	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	250	32.000.000	280	280
	Acrylmasse – nr. 502	2009	4,1	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	19	31	680	48

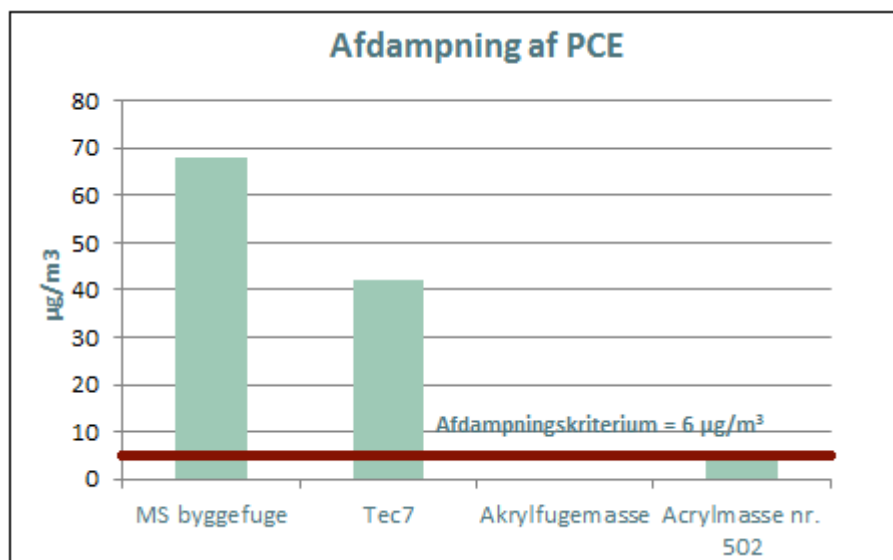
Type	Produkt	Dato	Tetrachlorethylen PCE	Trichlorethylen TCE	Trichlormethan Chloroform TCM	1,1,1-Trichlorethan TCA	Tetrachlormethan TeCM	Benzen	Toluen	Ethylbenzen	Xylener
	Acrylfugemasse	2009	<2,9	<2,9	<2,9	<2,9	<2,9	3,4	19	180	29
	Akryltætningsmasse – nr. 820	2011	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	74	23	55	17,2
		2012	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	85	34	7,1	23
	Akrylfuge	2011	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	280	570	2.000	2.840
	Sista Akrylfuge	2011	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	70	37	570	86
		2012	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	8,4	35	340	49
	Akryltætningsmiddel	2011	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	24	120	31,9
	Baufixtætningsmasse	2011	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	53	450	1.990
	Sikacryl-S+	2011	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	15	170	18,5
		2012	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	19	230	60
	Afdampningsriterium		6	1	20	500	5	0,13	400	100	

3.1 Indledende screeningsforsøg

Nedenstående afsnit viser diagrammer for udvalgte analyseresultater, jf. tabel 2.1 for en samlet oversigt over analyseresultater. Der er i det indledende screeningsforsøg screenet hhv. to akrylfugemasser og to MS-polymerfugemasser.

Det er væsentligt, at fugemasser vil indeholde stoffer som kan afdampe, idet fugemasserne som udgangspunkt er fleksible og efter en vis afhærdningstid bliver mere faste.

Figur 3.1 nedenfor viser afdampning af PCE fra de screenede fugemasser.

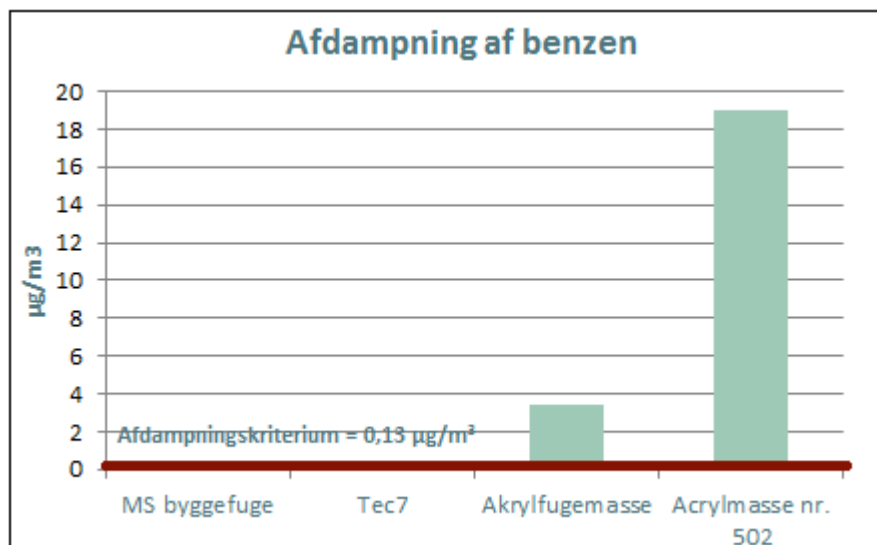


FIGUR 3.1
AFDAMPNING AF PCE FRA DE SCREENEDE FUGEMASSER FRA DET INDLEDENDE SCREENINGSFORSØG. DEN RØDE STREG VISER MILJØSTYRELSENS AFDAMPNINGSKRITERIUM.

Der er i gasfasen fra én akrylfugemasse (Acrylmasse nr. 502) og fra begge MS-polymerfugemasser (MS byggefuge og Tec7) påvist indhold af PCE. I de to MS-polymerfugemasser er der påvist indhold af PCE, der overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterium med op til en faktor 11.

Der er ikke påvist indhold af TCE eller nogle af de resterende chlorerede opløsningsmidler i gasfasen fra de screenede fugemasser.

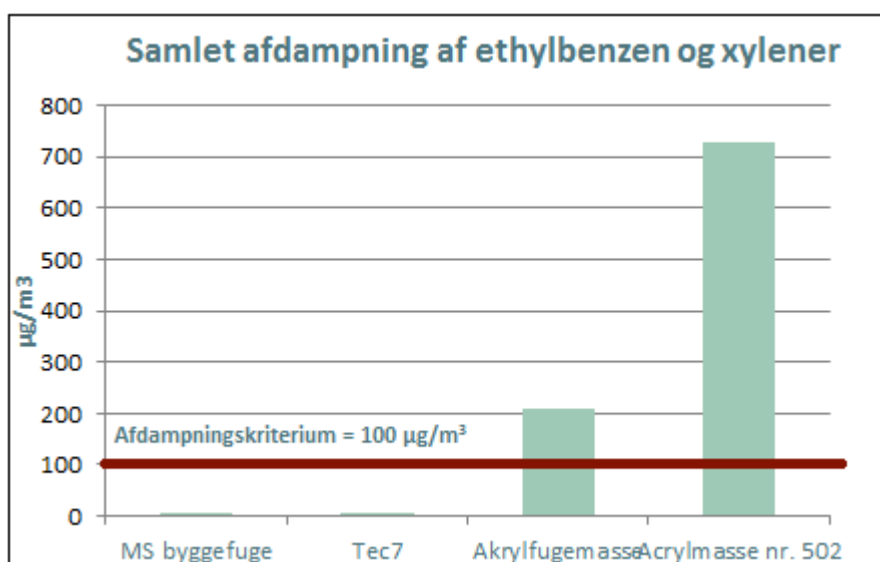
Figur 3.2 nedenfor viser afdampning af benzen fra de screenede fugemasser.



FIGUR 3.2
AFDAMPNING AF BENZEN FRA DE SCREENEDE AKRYLFUGEMASSER. DEN RØDE STREG VISER MILJØSTYRELSENS AFDAMPNINGSKRITERIUM.

Der er påvist indhold af benzen i gasfasen for de to akrylfugemasser, der overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterium med op til en faktor 136. Der er ikke påvist afdampning af benzen fra de to MS-polymerfugemasser.

Figur 3.3 nedenfor viser den samlede afdampning af ethylbenzen og xylener fra de screenede fugemasser.



FIGUR 3.3
DEN SAMLEDE AFDAMPNING AF ETHYLBENZEN OG XYLENER FRA DE SCREENEDE FUGEMASSER. DEN RØDE STREG VISER MILJØSTYRELSENS AFDAMPNINGSKRITERIUM

Der er påvist indhold af ethylbenzen og xylener i gasfasen for alle de screenede fugemasser. Der er påvist afdampning af ethylbenzen og xylener fra de to akrylfugemasser, der overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterier med op til en faktor 7.

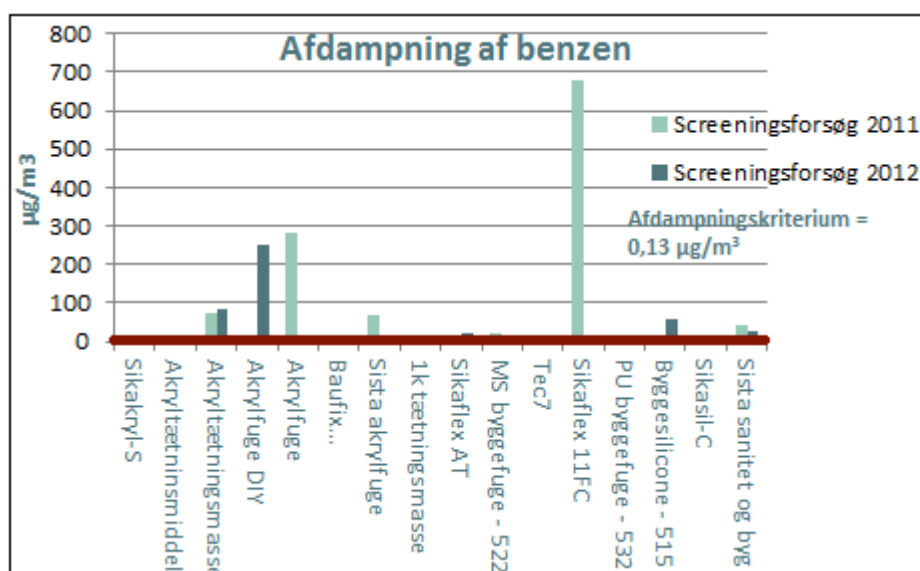
3.2 Udvidede screeningsforsøg

Det følgende afsnit præsenterer udvalgte resultater fra de to udvidede screeningsforsøg.

Ved det første udvidede screeningsforsøg fra 2011 er der kun påvist indhold af PCE i gasfasen for én af de screenede fugemasser, som er en akrylfugemasse. Det påviste indhold af PCE overskrider ikke Miljøstyrelsens afdampningskriterium. Der er ikke påvist indhold af TCE i gasfasen over detektionsgrænsen for de screenede fugemasser for det første udvidede screeningsforsøg fra 2011.

Ved det andet udvidede screeningsforsøg fra 2012 er der ikke påvist indhold af PCE i gasfasen over detektionsgrænsen fra nogen af fugemasserne. Der er derimod påvist et relativt lavt indhold af TCE i gasfasen i to af de screenede fugemasser fra det andet udvidede screeningsforsøg fra 2012. Da de påviste indhold af hhv. PCE og TCE i gasfasen er relativt lave og ikke er genfundet ved begge de udvidede screeningsforsøg, præsenteres resultaterne herfra ikke yderligere i det følgende.

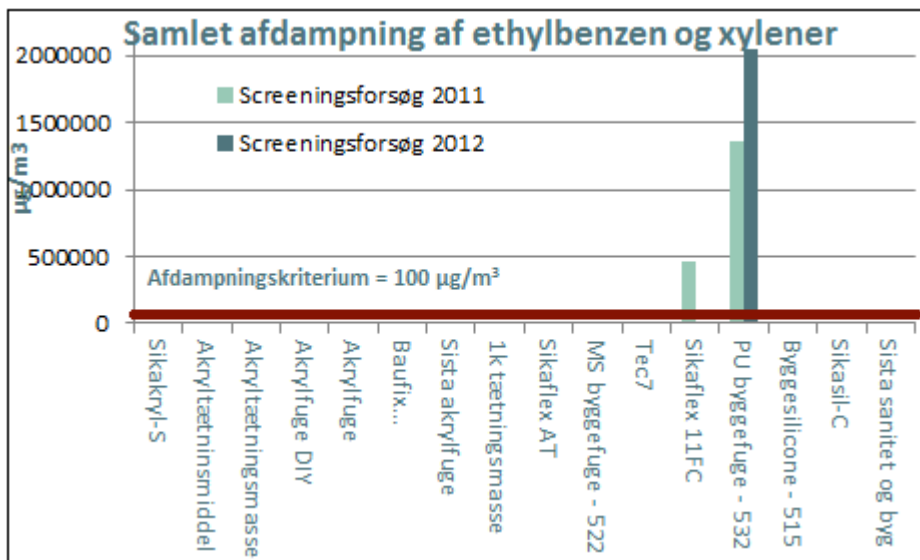
Figur 3.4 nedenfor viser afdampningen af benzen fra de screenede fugemasser.



FIGUR 3.4
AFDAMPNING AF BENZEN FRA DE SCREENEDE FUGEMASSER. DEN RØDE STREG VISER MILJØSTYRELSENS
AFDAMPNINGSKRITERIUM.

Ved forsøget fra 2011 er der påvist indhold af benzen, der overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterium med op til en faktor 5.440 i gasfasen for hhv. 1 af de screenede polyurethanfugemasser (Sikaflex 11FC), 3 akrylfugemasser (Akryltætningsmasse, Akrylfuge og Sista akrylfuge), 1 af silikonefugemasserne (Sista sanitet og byg) samt 1 af MS-polymerfugemasserne (MS byggefuge – 522).

Figur 3.5 nedenfor viser den samlede afdampning af ethylbenzen og xylener fra de screenede fugemasser.



FIGUR 3-5
DEN SAMLEDE AFDAMPNING AF ETHYLBENZEN OG XYLENER FRA DE SCREENEDE FUGEMASSER. DEN RØDE STREG VISER MILJØSTYRELSENS AFDAMPNINGSKRITERIUM.

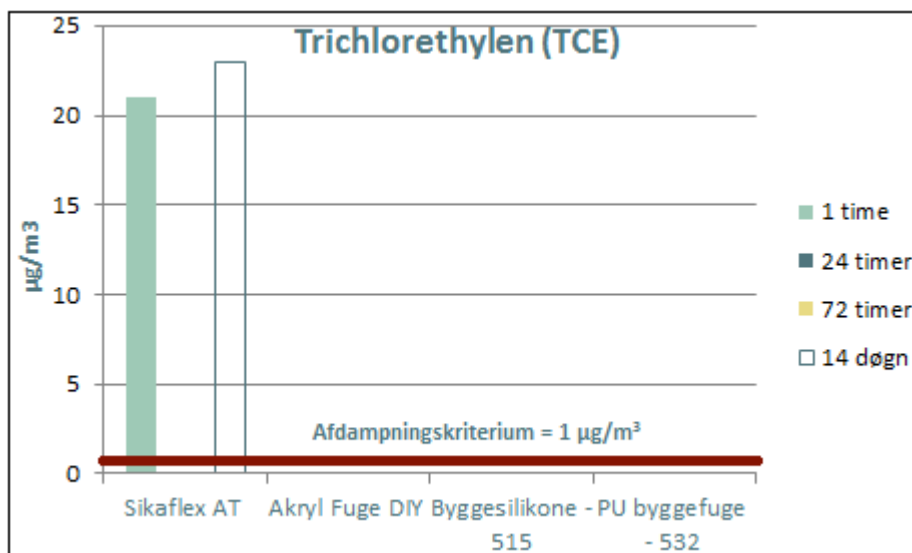
Ved forsøget fra 2011 er der påvist et samlet indhold af ethylbenzen og xylener, der overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterium med op til en faktor 13.500 i gasfasen i 12 ud af de 16 screenede fugemasser. Den største overskridelse er påvist i gasfasen for polyurethanfugemassen PU byggefuge – 532. Ved forsøget fra 2012 er der påvist et samlet indhold af ethylbenzen og xylener, der overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterium med op til en faktor 20.500 i gasfasen i 7 ud af de 12 screenede fugemasser. Den største overskridelse er igen påvist i gasfasen for polyurethanfugemassen PU byggefuge – 532. Generelt er den samlede afdampning af ethylbenzen og xylener større fra de to polyurethanfugemasser end for de resterende typer af fugemasser. Dette gør sig gældende ved både screeningsforsøget fra 2011 og 2012.

3.3 Afdampning fra udvalgte fugemasser over tid

Nedenfor er udvalgte resultater fra afdampningsforsøget over tid præsenteret. For overblikkets skyld er valgt kun at præsentere udvalgte resultater. Analyserapporter med alle resultater er præsenteret i bilag 7.

Der er ved afdampningsforsøget over tid ikke påvist afdampning af PCE .

Afdampningen af trichlorethylen (TCE) ses på figur 3.6 nedenfor.



FIGUR 3.6
AFDAMPNINGEN AF TCE OVER TID FRA DE UDVALGTE FUGEMASSER. DEN RØDE STREG VISER MILJØSTYRELSENS AFDAMPNINGSKRITERIUM.

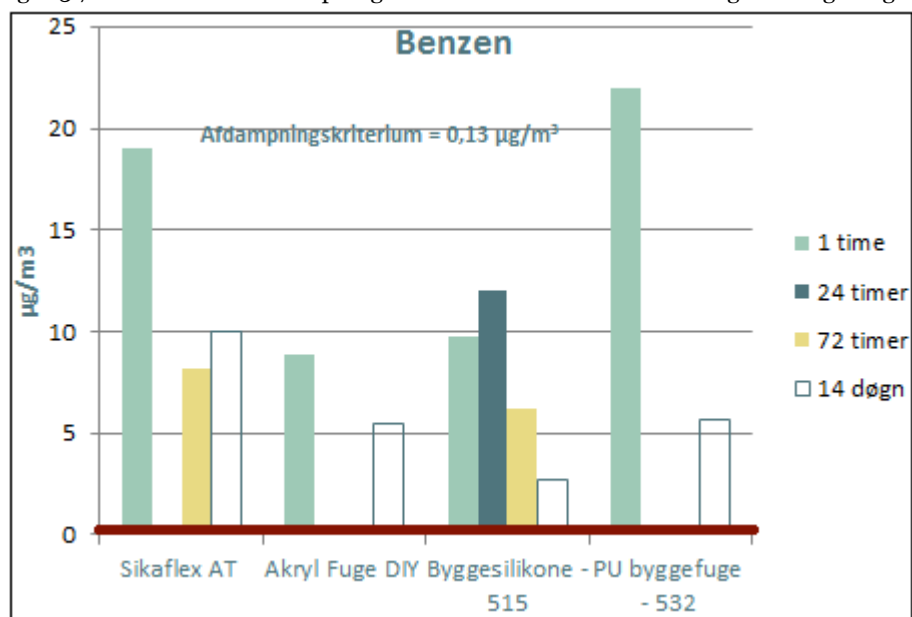
Der er kun påvist afdampning af TCE fra MS-polymerfugemassen Sikaflex AT. Der er her påvist afdampning af TCE efter 1 time, der overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterium med en faktor 21.

Der er ikke påvist afdampning i prøverne udtaget efter 24 og 72 timer.

Efter 14 døgn med væsentlig reduceret luftskifte er der igen påvist afdampning af TCE, der overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterium med en faktor 23.

Der er ikke påvist indhold af de restende chlorerede opløsningsmidler, der er analyseret for, ved afdampningsforsøget over tid. µg/m³

Figur 3.7 nedenfor viser afdampningen af benzen over tid fra de i bilag 2 udvalgte fugemasser.



FIGUR 3.7
AFDAMPNINGEN AF BENZEN OVER TID FRA DE UDVALGTE FUGEMASSER. DEN RØDE STREG VISER MILJØSTYRELSENS AFDAMPNINGSKRITERIUM.

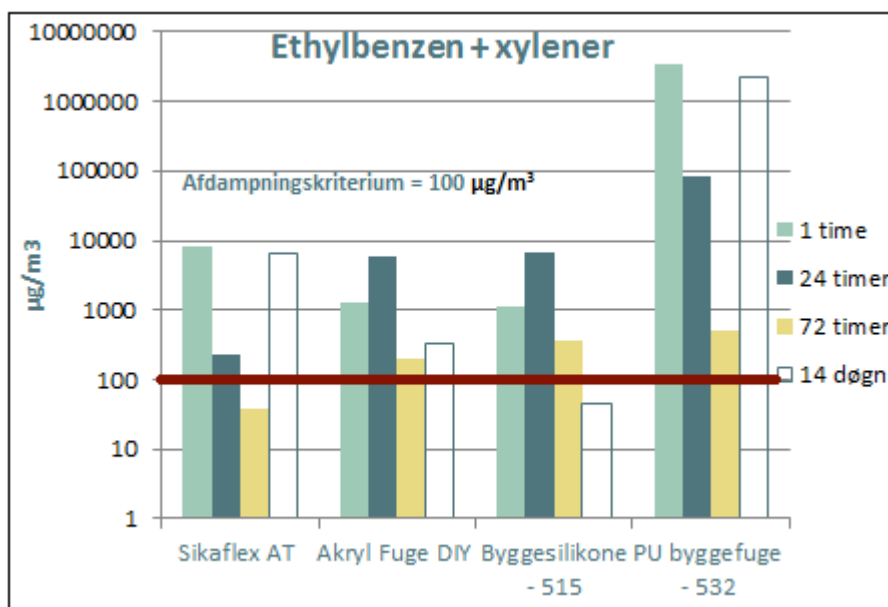
Der er fra alle 4 udvalgte fugemasser påvist afdampning af benzen. I prøverne udtaget efter 1 time er der påvist indhold af benzen, der overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterium med op til en faktor 176. Den største overskridelse er påvist i polyurethanfugemassen PU byggefuge – 532.

I prøverne udtaget efter 24 timer er der kun påvist indhold af benzen i silikonefugemassen Byggesilikone – 515. Der er heri påvist indhold af benzen, der overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterium med en faktor 96.

I prøverne udtaget efter 72 timer er der påvist indhold af benzen i 2 ud af de 4 testede fugemasser. Indholdet af benzen overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterium med op til en faktor 65. Den største overskridelse er påvist i MS-polymerfugemassen Sikaflex AT.

I prøverne udtaget efter 14 døgn med væsentlig reduceret luftskifte er der påvist indhold af benzen i alle 4 fugemasser, der overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterium med op til en faktor 80. Den største overskridelse er påvist i MS-polymerfugemassen Sikaflex AT.

Figur 3.8 nedenfor viser den samlede afdampning af ethylbenzen og xylener over tid fra de i bilag 2 udvalgte fugemasser. $\mu\text{g}/\text{m}^3$



FIGUR 3.8
DEN SAMLEDE AFDAMPNING AF ETHYLBENZEN OG XYLENER OVER TID FRA DE UDVALGTE FUGEMASSER. DEN RØDE STREG VISER MILJØSTYRELSENS AFDAMPNINGSKRITERIUM. BEMÆRK LOGARITMISK Y-AKSE.

Der er fra alle 4 udvalgte fugemasser påvist afdampning af ethylbenzen og xylener i alle de udtagne prøver. I prøverne udtaget efter 1 time er der påvist indhold af ethylbenzen og xylener, der overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterium med op til en faktor 34.000. Den største overskridelse er påvist i polyurethanfugemassen PU byggefuge – 532.

I prøverne udtaget efter 24 timer er der påvist indhold af ethylbenzen og xylener, der overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterium med op til en faktor 800. Den største overskridelse er påvist i polyurethanfugemassen PU byggefuge – 532.

I prøverne udtaget efter 72 timer er der påvist indhold af ethylbenzen og xylener, der overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterium med op til en faktor 5. Den største overskridelse er ligeledes påvist i polyurethanfugemassen PU byggefuge – 532.

I prøverne udtaget efter 14 døgn med væsentlig reduceret luftskifte er der påvist indhold af ethylbenzen og xylener, der overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterium med op til en faktor 22.800. Den største overskridelse er ligeledes påvist i polyurethanfugemassen PU byggefuge – 532.

4. Opsamling og vurdering

4.1 Screeningsforsøg (indledende og udvidet)

Der blev i udvælgelsesfasen sendt spørgeskema ud til landets 5 regioner om hvilke fugemasser, der oftest blev anvendt til tætning i bygninger på lokaliteter med indeklimapåvirkning. Der kom kun tilbagemeldinger fra 2 regioner, hvilket kan indikere, at de fleste regioner ikke er klar over hvilke fugemasser, der bliver anvendt. Derfor blev der til screeningsforsøget udvalgt almindeligt anvendte fugemasser fra alment tilgængelige byggeområder.

4.2 Sammenfatning af resultater fra screeningsforsøg

Der er påvist indhold af PCE (tetrachlorethylen), der overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterium, i gasfasen for 2 ud af 4 fugemasser i det indledende screeningsforsøg, mens der kun er påvist indhold af PCE i gasfasen over Miljøstyrelsens afdampningskriterium for én enkelt ud af 16 fugemasser i de udvidede screeningsforsøg. Det skal understreges, at de to fugemasser, der er gået igen fra det indledende screeningsforsøg til de udvidede forsøg, ikke er fra samme emballage, men at der til de udvidede screeningsforsøg blev indkøbt nye eksemplarer af de to fugemasser. Koncentrationen af PCE i gasfasen for de to fugemasser fra det indledende screeningsforsøg er væsentligt over Miljøstyrelsens afdampningskriterium. I de 2 fugemasser fra det indledende screeningsforsøg, der er testet igen i de udvidede screeningsforsøg, er der ikke påvist indhold af PCE i gasfasen.

Der er i 3 ud af 16 prøver påvist indhold af TCE eller TCM over afdampningskriteriet, jf. tabel 2.1. Disse 3 prøver er alle fra det andet udvidede screeningsforsøg fra 2012, ved det første udvidede screeningsforsøg i 2011 blev der ikke fundet chlorerede opløsningsmidler i disse 3 produkter. Samlet er der fundet indhold af chlorerede opløsningsmidler i 5 ud af 32 prøver af fugemasse. Der er derfor ikke et entydigt billede af om der vil være indhold chlorerede opløsningsmidler i de forskellige fugemasser.

Der er påvist indhold af BTEX'er i den ene fugemasse (MS byggefuge - 522) ved de udvidede screeningsforsøg, der overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterium for alle stoffer. I det indledende screeningsforsøg blev der kun påvist indhold af toluen i gasfasen for denne fugemasse, der overskred Miljøstyrelsens afdampningskriterium. Det kan dermed konkluderes, at der ikke er overensstemmelse mellem resultaterne fra hhv. det indledende og de udvidede screeningsforsøg.

Der ses ikke nogen klar tendens i hvilke typer fugemasser, der afgiver benzen i en koncentration, der overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterium, da der både er påvist indhold af benzen i polyurethanbaserede, MS-polymerbaserede, silikonebaserede samt akrylbaserede fugemasser.

Generelt er der påvist indhold af ethylbenzen og xylener, der overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterium, i de testede akrylfugemasser i de udvidede screeningsforsøg. Kun i en enkelt akrylfugemasse er der påvist et indhold af ethylbenzen og xylener, der ikke overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterium. Der er desuden påvist et forventeligt højt indhold af ethylbenzen og xylener i gasfasen fra prøveflaskerne indeholdende de polyurethanbaserede fugemasser, som er xylenebaserede.

Med baggrund i tabel 2.1 vurderes det, at de silikonebaserede fugemasser varierer meget mellem forskellige produkttyper i forhold til afdampning af chlorerede opløsningsmidler, og at der er en tendens til at risikoen for et indhold af chlorerede opløsningsmidler er højere i silikoneprodukterne end i de øvrige fugemasser.

4.3 Afdampning af udvalgte fugemasser over tid

På baggrund af resultaterne fra de udførte udvidede screeningsforsøg, er der udvalgt 4 fugemasser til undersøgelse af disses afdampning over tid.

Det videre forsøg, hvor der er foretaget en vurdering af afdampningen som funktion af afhærdningstiden, under påvirkning af et lavt luftskifte viser, at der er stor variation i indholdet i de enkelte fugemasser målt efter 1, 24, 72 timer og 14 døgn.

Det er valgt at måle på tidsintervallet 1 time, 24 timer, 72 timer og 14 døgn som følge af en vurdering af producenternes oplysninger om, hvornår et produkt er overfladetør (hindedannelse) og er hærdet eller bestandigt (hærdningshastighed). Der vil naturligvis være en variation af disse to faktorer for hver enkelt fugemasse.

Tendensen i resultaterne fra afdampningsforsøget er for alle 4 udvalgte fugemasser, at der efter 1 time ses en stor afdampning. Efterfølgende ses der en faldende tendens i afdampningen til og med prøvetagning efter 72 timer. Herefter er det simulerede luftskifte frakoblet prøveflaskerne. Efter 14 døgn ses der høje koncentrationer i prøveflaskerne for alle 4 testede fugemasser.

4.4 Samlet vurdering

4.4.1 Vurdering af resultater fra screeningsforsøg

På baggrund af resultater fra screeningsforsøgene vurderes det, at nogle af de testede fugemasser kan være problematiske at anvende ved tætning af bygninger, i tilfælde hvor selv en kortvarig overskridelse af Miljøstyrelsens afdampningskriterium ikke må forekomme.

Resultaterne er dog ikke entydige, da det indledende forsøg og de udvidede screeningsforsøg ikke viser samme tendens i forhold til afdampningen fra fugemasserne. Grunden til disse vekslende resultater kan muligvis være, at de udvidede screeningsforsøg ikke blev udført efter samme metode som det indledende screeningsforsøg. Det vurderes dog ikke som sandsynligt, idet metoden i det udvidede screeningsforsøg er væsentligt bedre. Det vurderes som mere sandsynligt, at der er tale om forskelle på produktionspartier. Dette indikeres af resultaterne for MS-byggefuge nr. 522. I de udvidede screeningsforsøg fra 2011 og 2012 observeres der samme tendens, at der er stor forskel på produktionspartier. Desuden blev forsøgene ikke udført med fugemasse fra samme emballage, og der kan derfor være en forskel på sammensætningen af de respektive fugemasser fra forskellige produktionspartier. Variationerne på målingerne fra de udvidede screeningsforsøg kan ligeledes skyldes, at der ud over forskellige produktionsparti, kan være tale om forskellige håndterings- og opbevarings-metoder.

4.4.2 Vurdering af resultater fra afdampningsforsøg over tid

Resultaterne fra afdampningsforsøget over tid viser, at der er en tendens til at der ved starten af forsøget ses stor afdampning fra de 4 udvalgte fugemasser. Efterfølgende ses der en faldende tendens i afdampningen til og med den sidste prøvetagning (efter 72 timer). Der er stort set ikke påvist betydende indhold af hverken chlorerede opløsningsmidler eller BTEX'er i luftprøverne udtaget efter 72 timer. Det vurderes på baggrund af resultaterne, at de testede fugemasser under det simulerede luftskifte er næsten fuldt hærdede efter 24-72 timer.

Fra 72 timer til udførte måling efter 14 døgn er igen påvist en mindre eller større stigning i de målte koncentrationer. Dette skyldes forsøgsopsætning, hvor der i denne periode ikke tilføres et kunstigt luftskifte.

På baggrund af resultaterne kan det konstateres, at der efter 72 timer fortsat sker en mindre afdampning af flygtige stoffer fra fugemasserne. Det vurderes, at afdampningen efter 72 timer er så lille, at den ikke vil udgøre et problem ved anvendelse af en af de testede fugemasser til tætning i boliger med et normalt luftskifte. Det er dog vigtigt at opretholde et normalt luftskifte i boligen for at undgå en situation, hvor der kan påvises koncentrationer af chlorerede opløsningsmidler og BTEX'er i indeklimaet, der overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterier. Se beregningseksempel i bilag 9.

De polyuethanbaserede fugemasser kan være problematiske pga. et højt indhold af ethylbenzen og xylener.

På baggrund af de i indeværende projekt udførte undersøgelser, kan det ikke endeligt konstateres hvilke typer af fugemasser, der kan anbefales at anvende til større tætningsprojekter i bygninger med følsom anvendelse. Det vurderes, at der er en stor variation af de forskellige produktionspartier, hvilket afspejles i de forskellige resultater fra de udførte screeningsforsøg i indeværende projekt. Det betyder, at der kan være væsentlig variation af hvilke stoffer, der kan påvises i de forskellige fugemasser.

De udførte forsøg viser dog, at der efter 72 timer ved almindeligt luftskifte formodentligt ikke er en væsentlig afdampning fra hovedparten af de undersøgte fugemasser.

Herudover er det vigtigt, at der i boligen efter tætning opretholdes et luftskifte, således der ikke sker en akkumulering af chlorerede opløsningsmidler og BTEX'er i indeklimaet, således at der herved kan drages fejlagtige konklusioner i forbindelse med vurderingen af tætningsens effekt.

Valget af fugemasse ved større tætningsprojekter bør tage udgangspunkt i fugemassens fleksibilitet, klæbeevne, bestandighed og indholdet af opløsningsmidler i fugemassen. Forsøgene viser, at der bør gå minimum 3 døgn før der foretages kontrolmålinger af et tætningsprojekts effekt. Dette understøttes af beregningseksempel i bilag 9, hvor der 1 time efter tætning af en bolig på 100 m², vil være en markant forhøjet koncentration af benzen i indeklimaet ved anvendelse af en polyurethanbaseret fugemasse (i dette tilfælde PU byggefuge). Denne koncentration vil efterfølgende falde efterhånden som fugemassen hærder og der foregår en fortynding af luftvolumenet via luftskiftet i boligen.

Supplerende anbefales, at der inden gennemførelse af et større tætningsprojekt udføres en vurdering af den/de fugemasser, der ønskes anvendt, for at vurdere hvilken påvirkning fugemassen kan have på indeklimaet på kort sigt.

I bilag 8 er der opstillet et skema til vurdering af den/de fugemasser der påtænkes anvendt i et givet tætningsprojekt.

Formålet med at udfylde skemaet er at sikre, at der foretages en vurdering af hvilket opløsningsmiddel, der er anvendt i fugemassen, samt at opnå mere konkret viden om forskellige fugemasser som anvendes ved tætningsprojekter.

Skemaet kan anvendes til at vurdere ophærdningstiden af fugemassen, og det kan angives, hvornår det udførte tætningsprojekt bør vedligeholdes, idet alle fugemasser har en afgrænset levetid.

Der kan der være behov for at udføre en analyse af den valgte fugemasse. Dette anbefales alene pga. den variation som de udførte forsøg dokumenterer, der er mellem forskellige produktionspartier af samme fugetype.

Afdampning fra fugemasser som anvendes til tætningsprojekter i boliger

Afdampning fra fugemasser anvendt til tætning mod indtrængning af flygtige forureningskomponenter fra jord- og grundvandsforurening er undersøgt. Der afdamper fra de fleste produkter aromatiske kulbrinter, fra nogle få afdamper klorerede opløsningsmidler. Afdampningen er minimal efter 1 – 3 døgn.



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Strandgade 29
1401 København K
Tlf.: (+45) 72 54 40 00

www.mst.dk