



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Afværgekatalog – byggetekniske afværgeforanstaltninger til indeklimasikring

Miljøprojekt nr. 1436, 2012

*Teknologiprogrammet for jord- og
grundvandsforurening*

Titel:

Afværgekatalog – byggetekniske
afværgeforanstaltninger til indeklimasikring

Redaktion:

Mette Neerup Jeppesen
Opdateret af Louise Skytte Clausen
NIRAS A/S

Udgiver:

Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K
www.mst.dk

År:

2012

ISBN nr.

978-87-92903-35-8

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

MILJØSTYRELSEN	2
INDHOLD	3
FORORD	5
SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER	7
SUMMARY AND CONCLUSIONS	9
1 INDLEDNING	11
1.1 LÆSEVEJLEDNING	12
1.2 ANVENDELSE AF WEB-LØSNINGEN	13
2 PROJEKTFORMÅL	16
3 BAGGRUNDSMATERIALE	18
3.1 OPDATERING AF AFVÆRGEKATALOGET 2011	19
3.2 OPRINDELIGT PROJEKT, AMTSAFVÆRGE (CHLOREREDE OPLØSNINGSMIDLER)	20
3.3 RADONAFVÆRGE	23
3.3.1 Baggrund	24
3.3.2 Radonsikring	24
3.4 FELTAFFPRØVNING (OPRINDELIGT KATALOG)	25
3.4.1 Aktiv luftrensning i kelder og stueetage	26
3.4.2 Aktiv ventilation af kelderetage	27
4 GENERELLE PROBLEMSTILLINGER	28
4.1 SPREDNINGSVEJE	28
4.2 EKSPONERINGSVEJE	29
4.3 ACCEPTKRITERIER	30
4.3.1 Praktisk anvendelse af acceptkriterier	31
4.4 FORURENINGSUNDERSØGELSER	32
4.4.1 Strategi	32
4.4.2 Metoder – anvendelighed og sårbarhed	33
5 OVERORDNET PRÆSENTATION	37
5.1 TIDLIG INDSATS – HVOR OG HVORNÅR	37
5.2 KARAKTERISTIKA	37
5.3 VALG AF TEKNIK	38
6 AFVÆRGEKATALOG	43
6.1 OVERORDNET BESKRIVELSE - NØGLEDATA	44
6.2 DATABLADE	46
6.3 DOKUMENTATION (DRIFT)	50
6.3.1 Formål	50
6.3.2 Konceptuel model	51
6.3.3 Metoder – anvendelighed og sårbarhed	51
6.4 MILJØVURDERING	52

6.4.1	<i>Generelt</i>	52
6.4.2	<i>Belastninger</i>	52
6.4.3	<i>Gevinster</i>	52
7	REFERENCER	54

BILAGSOVERSIGT

Bilag A	Spredningsveje – chlorerede opløsningsmidler
Bilag B	Byggetekniske forudsætninger – valg af metode
Bilag C	Checklister
	- C1-Byggeteknisk gennemgang;
	- C2 – Spredningsveje i bygning
Bilag D	Oversigtsskema – nøgledata
Bilag E	Datablade og eksempler
Bilag F	Detailmateriale (fotos, tegninger, produktblade mv.)

Forord

Denne rapport er en opdatering af det oprindelige ”Afværgekatalog - tidlig indsats over for indeklimapåvirkning” som blev udgivet i 2003. I denne version er der foretaget en let opdatering af det oprindelige afværgekatalog. Opdateringen er foretaget parallelt med, at kataloget er blevet overført til en webbaseret udgave, som findes på Videncenter for Jordforurenings hjemmeside. Afværgekataloget er en beskrivelse og en vurdering af en række simple og billige afværgetiltag, der har til formål at eliminere og/eller reducere påvirkninger i indeklimaet opstået som følge af jord- og grundvandsforureninger. Beskrivelsen omfatter et afværgekatalog for samtlige relevante teknikker og er udarbejdet af NIRAS på vegne af Fyns Amt/Region Syddanmark og Miljøstyrelsen.

I tilknytning til det oprindelige projekts gennemførelse har der været nedsat en styregruppe bestående af følgende:

Inger Asp Fuglsang	Miljøstyrelsen
Poul Lorenzen/Charlotte Moosdorf ...	Miljøkontoret, Odense Kommune
Leif B. Jespersen	Miljøcenter Fyn-Trekantområdet
Arne Rokkjær	Amternes Videncenter for Jordforurening
Poul Kvist Pedersen	Embedslægen (Fyns Amt)
Jakob Sønderkov Weber	Fyns Amt (formand)

Fra Fyns Amt har endvidere deltaget Inge Olsen, Hans Skou og Trine Korsgaard, og fra NIRAS har der været nedsat en dialoggruppe bestående af en række nøglepersoner med bred erfaring inden for afværgeområdet, heriblandt Anders G. Christensen, Lisbeth L. Walsted, Erling V. Fischer, Kirsten Kjær Nielsen, Mette Marie Nielsen, Tom Heron, Niels Lauge Sørensen og Jesper Steen Christensen.

Planlægning og gennemførelse af feltarbejder i forbindelse med det oprindelige katalog samt metodeudvikling er udført af NIRAS ved Jesper Steen Christensen, Michael Bach Andersen og Mette Neerup Jeppesen. Luftsiftemålinger er udført i samarbejde med By og Byg, Statens Byggeforskningsinstitut.

Erfaringsudveksling vedrørende teknikker anvendt som radonafværge er udført i samarbejde med Forskningscenter Risø, afdelingen for Nuklear Sikkerhedsforskning ved Claus E. Andersen.

Den oprindelige rapport er udarbejdet af Mette Neerup Jeppesen, NIRAS A/S. Opdateringen af afværgekataloget i 2011 er foretaget af Louise Skytte Clausen og Henrik Engdal Steffensen, NIRAS A/S.

Sammenfatning og konklusioner

Projektet er rettet mod lokaliteter, hvor der på et tidligt tidspunkt i undersøgelsesforløbet konstateres en risiko for uacceptable indeklimapåvirkninger fra forureninger med flygtige stoffer (typisk tri- eller tetrachlorethylen) ved eller under en bolig eller bygninger med anden følsom anvendelse.

I projektet er en række simple og relativt billige afværgetiltag til eliminering eller reduktion af indeklimapåvirkninger fra jord- og grundvandsforurening beskrevet og i visse tilfælde afprøvet. De beskrevne tiltag kan iværksættes på et meget tidligt tidspunkt i undersøgelsesforløbet, hvorved indeklimapåvirkningen hurtigt kan nedbringes, allerede inden et endeligt afværgeprogram er fastlagt. Alle løsninger kan endvidere anvendes som permanente afværgeforanstaltninger uden efterfølgende etablering af afværgeforanstaltninger.

Fra projektets start har det været et overordnet mål, at foranstaltningen på den enkelte grund skulle kunne etableres uden at medføre en nævneværdig fordyrelse af det samlede afværgeprojekt og uden at indskrænke valgmulighederne for eventuelle mere omfattende tiltag, som måtte skønnes at være nødvendige, efter at forureningskortlægningen er tilendebragt.

Det har ligeledes været et mål, at foranstaltningerne skulle kunne etableres på baggrund af et begrænset behov for undersøgelser og tests. Etableringsfasen skulle være kort og uden tekniske vanskeligheder af betydning. Driftsfasen skulle være kendetegnet ved et minimalt vedligehold og minimale driftsudgifter.

I løbet af anvendelsen af afværgekataloget fra 2003-2011 har det vist sig, at mange af løsningerne også anvendes som permanente løsninger, der foregår altså ikke yderligere afværge efter udførelsen af de byggetekniske afværgeforanstaltninger.

I forbindelse med det oprindelige projekt var en af forudsætningerne, at etableringsomkostningerne skulle være mindre end ca. 30.000 pr. ejendom. Dette var ikke helt muligt, da de beskrevne foranstaltninger lå i prisklassen fra 10.000 kr. til 170.000 kr. I forbindelse med opdateringen af afværgekataloget er omkostningerne til etablering af foranstaltningerne opdateret og ligger nu i prisklassen fra 20.000 kr. til 300.000 kr. Samtidig skal det dog bemærkes, at viften af mulige løsninger altid vil være så bred, at det, når det påkræves, vil være muligt at opfylde en målsætning med etableringsomkostninger under 50.000 kr.

De billigste løsningsforslag omfatter rumventilation i kældre og foranstaltninger, hvor der etableres membraner.

To teknikker ligger i prisgruppen 100-300.000 (ventilation af det kapillarbrydende lag), én teknik ligger i prisgruppen 100-200.000 kr. (sug i kapillarbrydende lag), og de resterende teknikker har udgifter på ca. 20-75.000 kr.

Effektmæssigt kan der for en stor del af de beskrevne teknikker opnås ganske gode reduktioner af indeklimapåvirkningen (op til 99%). Visse teknikker er

dog behæftet med nogen usikkerhed. Denne usikkerhed kan skyldes f.eks. risici i forbindelse med etableringen (f.eks. dårlige samlinger ved montage af en membran) eller risici i forbindelse med de grundlæggende vurderinger af spredningsveje. Etableres der eksempelvis en tætning af kældergulvet, og det efterfølgende viser sig, at spredningen gennem kældervæggene eller de øvrige gulve i bygningen er mere udpræget end forventet, vil effekten være relativt mindre. Den angivne effekt er et billede på, hvad der kan forventes ved korrekt udførte afværgeforanstaltninger. Hvis foranstaltningerne ikke udføres korrekt, kan effekten blive væsentligt mindre end angivet.

Alle de beskrevne foranstaltninger vil i de fleste tilfælde kunne etableres inden for en periode af 1-2 måneder og visse teknikker i løbet af ganske få dage.

Behovet for monitorering er nogenlunde ensartet for de beskrevne teknikker og omfatter typisk to målerunder med indeklimate målinger eller målinger under gulvniveau. Fælles for alle de beskrevne teknikker er, at monitoringsomfanget nøje bør overvejes, da denne post ellers hurtigt kan blive økonomisk dominerende i det samlede billede af foranstaltningen.

Afværgeteknikkerne vurderes samlet set alle at være miljømæssigt hensigtsmæssige, når både kvantitative og kvalitative, henholdsvis negative og positive miljøeffekter, sammenlignes. Mål og kriterier vurderes at kunne opfyldes med begrænsede økonomiske midler uden væsentlige miljømæssige belastninger.

Summary and conclusions

This project is directed towards localities in which a risk of unacceptable indoor climate due to contamination with volatile substances (typically tri- or tetrachlorethylene) has been established early in the investigation process near or under a residence or buildings of sensitive application.

During the project, a series of simple and cheap remediation measures for elimination or reduction of indoor climate problems arising from soil and groundwater contamination are described and in some cases tested. The measures described can be initiated very early in the course of investigation, meaning that the indoor climate problem can be reduced very quickly, even before a final remediation programme is laid down. All the solutions can thus be used as permanent remediation measures without subsequent establishment of remediation measures.

From the beginning of the project, the overall goal was that the action taken on each site should not result in a serious increase in the cost of the total remediation project, and that the options for more extensive measures which might be necessary after the conclusion of the contamination mapping should not be limited.

Furthermore, it should be possible to establish the measures on the basis of limited investigations and tests. The establishment phase should be short and without significant technical difficulties. The operational phase should be characterised by a minimum of maintenance and minimal operational expenditure.

During use of the remediation catalogue from 2002-2011, it has become clear that many of the solutions can also be applied as permanent solutions, meaning that no further remediation is necessary after performing the technical construction of the remediation measures.

In connection with the original project, one of the conditions was that the construction costs must not exceed approximately DKK 30,000 per property. This was not quite possible, as the measures described ranged from DKK 10,000 to DKK 170,000. In connection with the updating of the remediation catalogue the costs of the construction of the measures were updated and now range from DKK 20,000 to DKK 300,000. At the same time, it should be noted that the range of solutions will always be so wide that, if necessary, it will be possible to comply with a solution involving less than DKK 50,000 for establishment costs.

The cheapest solutions include room ventilation in basements and measures involving the establishment of membranes.

Two techniques are in the price range of DKK 100,000-300,000 (ventilation of the capillary-breaking layer), one technique is in the DKK 100,000-200,000 range (extraction in the capillary-breaking layer), and the rest of the techniques involve costs in the range of DKK 20,000-75,000).

Substantial reductions of indoor climate problems (up to 99%) can be achieved with most of the techniques described. However, some of the techniques are subject to some uncertainty, due to issues such as risks in connection with the construction (e.g. bad joints at mounting of a membrane) or risks in connection with fundamental evaluations regarding spreading. For example, if a basement floor is sealed and it then turns out that the spreading through the basement walls or the other floors is more extensive than expected, the effect will be relatively smaller. The stated effect illustrates what can be expected from correctly performed remediation measures. If the measures are not carried out correctly, the effect will be substantially less than indicated.

All the measures described can for the most part be established within 1-2 months, and for certain techniques within a very few days.

The need for monitoring is fairly homogeneous for the techniques described and typically involves two measuring sessions with indoor climate measurements or measuring below floor level. For all the techniques described, the extent of the monitoring should be carefully considered, as this item can otherwise be economically dominant for the measure as a whole.

Overall, all the remediation techniques are considered to be environmentally expedient, taking into account quantity and quality as well as negative and positive environmental effects. It is deemed that goals and criteria can be realised with limited means, and without substantial environmental strain.

1 Indledning

I slutningen af 90'erne og starten af 00'erne blev der påbegyndt en omfattende kortlægning af muligt forurenede industrigrunde af amterne. Kortlægningens stade varierer mellem de nuværende Regioner, og arbejdet må forventes at pågå i yderligere en årrække. Parallelt med kortlægningen gennemføres der forureningsundersøgelser på et stort antal lokaliteter, udvalgt primært på baggrund af de mulige forureningskomponenters karakter samt ud fra lokaliteternes beliggenhed i forhold til boligbebyggelser og anden følsom anvendelse (børnehaver mv.) samt grundvandsressourcer af indvindingsmæssig interesse.

I undersøgelsesindsatsen tillægges brancher, hvor der er anvendt chlorerede opløsningsmidler, ofte en høj prioritet. Dette skyldes, at de chlorerede opløsningsmidler har haft en meget udbredt anvendelse i Danmark, og det har vist sig, at denne anvendelse i dag ofte udgør et væsentligt miljøproblem i forhold til grundvand og indeklima. Stofferne tri- (TCE) og tetrachlorethylen (PCE) er de mest anvendte og har gennem en lang årrække været anvendt til kemisk tøjrens og som affedtningsmiddel i metalvareindustrien.

Ved undersøgelse af tidligere renserigrunde påvises typisk forurening over acceptkriterierne på mellem halvdelen og tre fjerdedele af lokaliteterne. De tidligere renserigrunde har ofte en bymæssig beliggenhed, og på en væsentlig del af lokaliteterne medfører forureningen uacceptable påvirkninger af indeklimaet på lokaliteten og nabomatrikler eller af grundvandet. Der gennemføres derfor supplerende forureningsundersøgelser og afværgeforanstaltninger på og omkring et stort antal af de tidligere renserier. Afværgetiltagene til sikring af arealanvendelsen, grundvandet og/eller recipienter sættes typisk i drift efter en tilbunds gående forureningskortlægning og en tidskrævende fase med projektering, udbud og anlæg.

Dette medfører, at der ofte går et til to år, fra en uacceptabel indeklimapåvirkning er identificeret, til påvirkningen elimineres/reduceres. Dette tidsrum kan i mange tilfælde være sundhedsmæssigt problematisk og kan indebære betydelige psykiske belastninger for beboere på og nær den forurenede lokalitet. Ud over de tidligere renserier iværksættes der ofte på tilsvarende vis foranstaltninger over for forurening truffet på idriftværende renserier.

Nærværende projekt er netop rettet mod lokaliteter, hvor der på et tidligt tidspunkt i undersøgelsesforløbet konstateres risiko for uacceptable indeklimapåvirkninger fra forurening med flygtige stoffer (typisk tri- eller tetrachlorethylen) ved eller under bygninger. I projektet er en række simple og billige afværgetiltag til eliminering eller reduktion af indeklimapåvirkninger fra jord- og grundvandsforurening beskrevet og i visse tilfælde afprøvet. Disse tiltag kan iværksættes på et meget tidligt tidspunkt i undersøgelsesforløbet uden at medføre en nævneværdig fordyrelse af det samlede projekt og uden at indskrænke valgmulighederne for eventuelt mere omfattende tiltag, som måtte skønnes nødvendige, efter at forureningskortlægningen er tilendebragt. Mange af foranstaltningerne kan også anvendes som permanente løsninger.

Som baggrundsmateriale for det oprindelige projekt er der foretaget en gennemgang af 60 amtslige projekter, 21 indenlandske projekter, etableret som

afværge over for radonpåvirkning (Forskningscenter Risø 1997) samt en bred erfaringsopsamling blandt udenlandske projekter. Endvidere er der foretaget feltafprøvning af tre afværgeteknikker.

I forbindelse med opdateringen af afværgekataloget er der foretaget en tilpasning i forhold til den viden, der er blevet tilegnet i løbet af de sidste 8 år. Herunder er afværgekataloget opdateret med 2 nye løsninger i databladene samt indhentning af erfaringer fra projekter udført i perioden fra udgivelsen af det oprindelige projekt til 2011. Desuden er løsninger, som ikke længere vurderes at være relevante, fjernet. Det drejer sig om de teknikker der omhandler kraftig terræn-nær ekstraktion fra lodrette borer eller fra borer etableret under bygning. Løsningerne er fjernet fra det oprindelige afværgekatalog, da det på baggrund af erfaringer fra anvendelse af løsningerne ses, at disse er relativt dyre, og at anvendelsen af løsningerne vil være permanent. Det vurderes derfor, at løsningerne hører til kategorien in-situ afværgeforanstaltninger.

Afværgekataloget er ligeledes opdateret med et nyt flowdiagram, som fokuserer på, at afværgeløsningerne rettes mod de spredningsveje, der er ind i bygningerne og rundt i bygningerne.

Der er i projektet lagt vægt på billige, men effektive teknikker, som kan etableres direkte på baggrund af specifikationer og beskrivelser vedlagt i bilag. De beskrevne tiltag kan anvendes under forskellige byggetekniske forhold, herunder nye og ældre huse, huse med og uden kælder osv.

1.1 LÆSEVEJLEDNING

Denne rapport tænkes anvendt som et opslagsværk i forbindelse med planlægning og etablering af billige, hurtige og simple afværgetiltag over for forureninger med chlorerede opløsningsmidler, der giver anledning til uacceptable indeklimapåvirkninger.

I kapitel 2 ses en kort beskrivelse af projektets samlede formål.

I kapitel 3 ses en beskrivelse af det baggrundsmateriale, der ligger til grund for udarbejdelse af afværgekataloget. Herunder kan kort nævnes, at afværgekataloget er udarbejdet på baggrund af dels tidligere erfaringer for amtslige undersøgelser- og afværgeprojekter, dels ind- og udenlandske erfaringer med afværge over for radonpåvirkninger i boliger (Forskningscenter Risø 1997), og dels erfaringer fra supplerende feltafprøvning af kendte og nye teknikker - udført som led i nærværende projekt.

I kapitel 4 beskrives en række af de generelle problemstillinger, der knytter sig til grunde forurenet med chlorerede opløsningsmidler. I kapitlet beskrives de mulige spredningsveje for forskellige forureningsscenarier med større eller mindre spild, med eller uden forekomst af fri fase stof samt under forskellige geologiske, pneupromatiske samt hydrogeologiske forhold. Problemstillingerne vedrørende spredningsveje er i bilag illustreret ved en række skitser for udvalgte scenarier.

Kapitlet indeholder endvidere en beskrivelse af de typiske eksponeringsveje samt en beskrivelse af kvalitets- og acceptkriterier for jord, grundvand, poreluft, indeklima og udeluft. Dernæst indeholder kapitlet en beskrivelse af relevante forhold i forbindelse med planlægning og gennemførelse af forureningsundersøgelse. Problemstillingen er medtaget, da undersøgelsesmetodikken og resultaternes validitet har afgørende betydning for beslutningsgrundlaget i

afværgefasen. Specifikke problemstillinger for prøvetagningsmetoder og prøvetagningstidspunkter præsenteres og videreføres med anbefalinger gældende for afværgefasen.

I kapitel 5 gives en overordnet præsentation af forskellige relevante teknikker. Kapitlet indeholder en beskrivelse af hvor og hvornår ”tidlig indsats teknikker” kan anvendes, hvad der er af overordnede kravspecifikationer og tekniske karakteristika for afværgeteknikkerne, og hvad der indledningsvis vil være bestemmende for valg af metode/teknik. Kapitlet indeholder endvidere en vejledning i, hvordan der foretages en indledende byggeteknisk gennemgang og en beskrivelse af, hvordan de byggetekniske forhold kan have betydning for det endelige valg af afværgeteknik.

Kapitel 6 indledes med en overordnet beskrivelse af hver af de enkelte teknikker - opstillet i skematisk form. For hver teknik er der i skemaet henvist til en efterfølgende, uddybende beskrivelse. Hver enkelt teknik er teoretisk og teknisk beskrevet på hvert sit særskilte datablad, der er vedlagt i bilag. Databladene kan læses uafhængigt af hinanden. Udvalgte teknikker præsenteres endvidere ved eksempler, ligeledes i databladsform. Databladene er for nogle teknikker og eksempler, i bilag, vedlagt supplerende materiale fra tidligere projekter. Eksempelvis kan der være vedlagt kopi af relevante tegninger fra detailprojekt (situationsplan for dræn, teknisk detalje osv.), procesdiagram, eventuelle komponentspecifikationer, produktblade mv.

I kapitel 6 ses endvidere en beskrivelse og en kommentering af de måle- og analysemetoder, der typisk anvendes i forbindelse med dokumentation i afværge- og driftsfasen.

Sidst i kapitel 6 følger en overordnet miljø- og bæredygtighedsvurdering for tidlige indsats teknikker. Kapitlet indeholder primært beskrivelser vedrørende negative effekter, hvor den samlede miljøprofil er præsenteret på de enkelte datablade.

Rapporten kan anvendes som et opslagsværk, hvori der kan søges mere eller mindre detaljerede oplysninger om udvalgte emner. Ønskes eksempelvis en generel orientering om problemstillinger i forhold til spredningsveje og eksponeringsveje, læses (evt. alene) kapitel 4.1-4.2. Søges derimod en specifik afværgeløsning på et aktuelt forureningsproblem, læses indledningsvis kapitel 5 og den overordnede beskrivelse i kapitel 6, hvorefter der søges detaljer på relevante datablade og i de evt. tilhørende bilag.

1.2 ANVENDELSE AF WEB-LØSNINGEN

Som supplement til dette afværgekatalog, er der i forbindelse med opdateringen i 2011 udarbejdet en web-løsning.

Web-løsningen tilgås på Videncenter for Jordforurenings Hjemmeside: www.jordforurening.info - *Værktøj - Indeklimakatalog*

Selve web-løsningen er udarbejdet således, at man ved valg af afværgeteknik har 2 muligheder.

Man kan vælge en såkaldt ”Straight consultation”, hvor man via valg af forskellige parametre bliver ledt til den/de bedste løsninger eller man kan gå direkte til løsningen, hvis man allerede har truffet sit valg.

Der vil endvidere være mulighed for at blive ledt til relevante hjemmesider, hvor der findes produktinformationer.

gen. For ejendomme i kildeområdet forventedes der en målbar effekt umiddelbart efter gennemførelse af afværgetiltaget, hvorimod en effekt over for ejendomme beliggende over fanen først forventedes efter 10 år.

Dette tidsmæssige forløb er utilfredsstillende, da en offentliggørelse over for berørte grundejere ofte giver anledning til helbredsmæssige bekymringer. Endvidere kan der opstå en tilhørende utilfredshed over, at myndighederne konstaterer et problem, uden at borgeren oplever, at myndighederne griber aktivt ind. Endvidere kan der i salgssammenhæng opstå usikkerhed hos grundejere, eventuelt kommende købere og finansieringsinstanser, som oplever stilstand og manglende afklaring.

Selv om forløbet på den pågældende lokalitet blev anderledes end forventet (oprensningen mislykkedes, og kilden derfor ikke er oprenset), og tiltagene for indeklimasikring har ændret karakter fra midlertidige til permanente, vurderes det fortsat særdeles relevant at undersøge muligheden for at fremskynde processen for iværksættelse af hurtige, billige og effektfulde afværgetiltag.

Det oprindelige projekt har således haft til formål at tilvejebringe et fagligt grundlag for på et tidligt tidspunkt i undersøgelsesfasen at kunne etablere midlertidige, begrænsede og relativt billige foranstaltninger på boliggrunde med indeklimapåvirkninger. Foranstaltningerne skulle tjene til at fjerne eller evt. blot reducere indeklimapåvirkninger på et tidligt tidspunkt – uden samtidig at fordyre de samlede afværgeforanstaltninger væsentligt.

Formålet i forbindelse med opdateringen af afværgekataloget har været både at opdatere det eksisterende katalog med ny viden samt at digitalisere kataloget. Endvidere har det på baggrund af anvendelsen af kataloget været et formål, at teknikkerne ikke kun kan anvendes som midlertidige teknikker, men også som permanente løsninger, der skal være i drift i hele bygningens levetid.

Følgende skal være gældende for anvendelige teknikker for en tidlig indsats:

- Begrænset behov for undersøgelser og tests til vurdering af teknikkens anvendelighed.
- Relativt lave etableringsomkostninger.
- Hurtige at installere/etablere.
- Robuste i drift og lette at vedligeholde.
- Begrænsede gener for beboere ved etablering og drift.
- Ingen eller meget lave driftsomkostninger.
- Minimalt driftstilsyn evt. fra ejer eller vicevært.
- Tydelig visuel indikation eller lign. for beboere om drift/driftstop.

3 Baggrundsmateriale

I forbindelse med det oprindelige projekt er der indhentet anlægs- og driftserfaringer fra amtslige afværgeprojekter, der er gennemført på grund af uacceptable indeklimapåvirkninger. Dette materiale har udgjort den primære del af baggrundsmaterialet også for udarbejdelsen af den opdaterede rapport.

Endvidere er der inddraget inden- og udenlandske erfaringer opnået i forbindelse med afværgeforanstaltninger over for radonpåvirkninger i boligejendomme. Erfaringsopsamlingen er gennemført i samarbejde med Forskningscenter Risø, afdelingen for Nuklear Sikkerhedsforskning.

En tredje instans, der har gennemført relevante afværgeprojekter over for indeklimapåvirkninger, er Oliebranchens Miljøpulje. Der foreligger dog ikke i de gennemførte projekter dokumenterede målinger under drift, og det er derved ikke muligt at foretage en vurdering af effekten i hvert enkelt tilfælde. Det er derfor valgt ikke at inddrage disse projekter.

Som et supplement til det allerede foreliggende datamateriale blev der udført feltafprøvning af tre teknikker.

I forbindelse med opdateringen af afværgekataloget er der tilføjet 2 teknikker, ”membran på gulv” og ”Tætning af kloakker”. Data til disse er indhentet fra sager fra Region Midtjylland og Region Syddanmark. Opdatering af priser og erfaringer er foretaget på baggrund af erfaringer fra gennemførte sager samt den almindelige prisudvikling. Desuden er nyt materiale på området medtaget.

Af nedenstående tabel 3.1 ses en samlet oversigt over den gennemførte erfaringsopsamling, både fra det oprindelige projekt og for opdateringen i 2011. I de to kolonner yderst til højre ses, hvilke teknikker der forelå brugbare data for, og hvilke teknikker der er udvalgt til feltafprøvning. Felter mærket ”ingen data” betyder, at der ved projektets gennemførelse ikke forelå nogen projekter, hvor den pågældende teknik var afprøvet. Felter mærket ”ingen granskning” betyder, at teknikken tidligere har været anvendt, men i kombination med en eller flere andre teknikker og uden særskilt dokumentation, hvorved det ikke har været muligt at foretage en specifik granskning med henblik på at vurdere opnåede effekter mv.

Afværgeprincip	Teknik		Relevante data i indsamlet materiale	Afprøvet indenfor projektet
	Nr.	Betegnelse		
Tætning af gulve	1	Membran på kælderloft	Ingen data	
	2	Membran på gulv	Regions Afværgeprojekter	
	3	Maling af kælder	Ingen data	
	4	Udskiftning af terrændæk	Amtsafværgeprojekt/Regions Afværgeprojekt	
Rumventilation	5	Ventilation af kælderetage	Ingen granskning	Afprøvet (oprindelig projekt)
	6	Ventilation af stueetage	Ingen data	
Luftrensning	7	Luftrensning	Regions Afværgeprojekt	Afprøve (oprindelig projekt)
Moderat ventilation af gulvkonstruktion	8	Ventilation af krybekældre (aktiv)	Amtsafværgeprojekt	
	9	Ventilation af krybekældre (passiv)	Ingen data	
	10	Ventilation af kapillarbrydende lag (passiv med luftindtag)	Amtsafværgeprojekt/Regions Afværgeprojekt	
	11	Ventilation af kapillarbrydende lag (aktiv med luftindtag)	Amtsafværgeprojekt/Regionsafværgeprojekt	
	12	Sug af kapillarbrydende lag (aktiv uden luftindtag)	Risø/Regions Afværgeprojekt	
Tætning af kloakkerne	13	Tætning af kloakker	Regionsafværge	

Tabel 3.1 Oversigt – erfaringsopsamling

Nedenfor ses en beskrivelse af det anvendte baggrundsmateriale, opdelt i materiale fra amterne, materiale vedrørende afværge over for radon og erfaringer fra feltforsøg samt materiale i forbindelse med opdateringen af afværgeprogrammet.

3.1 OPDATERING AF AFVÆRGEKATALOGET 2011

I 2011 er der foretaget en opdatering af det eksisterende afværgekatolog. Afværgekatologet er opdateret i forhold til ny viden samt med enkelte nye teknikker. Selve opdateringen har ikke betydet væsentlige ændringer af katologet. Hele rapporten er gennemlæst, og der er foretaget faktuelle opdateringer der, hvor ny faglig viden har berettiget dette. Den eksisterende struktur, de eksisterende figurer, tabeller og bilag er fastholdt.

Af nedenstående tabel 3.3 ses en samlet skematisk oversigt over de metoder, der i forbindelse med opdateringen er valgt at gå videre med. Disse teknikker er valgt, da de alle har en byggeteknisk karakter, er hurtige at etablere, og at der kan opnås den ønskede effekt. Af tabellen ses endvidere udvalgte relevante data for de enkelte lokaliteter.

Af tabellen er det ligeledes anført, om det på baggrund af screeningsundersøgelsen er vurderet, at granskningsegne cases har været tilstede. Det er derved forudsat, at alle relevante amtslige afværgeprojekter er præsenteret i dette materiale og er udført som beskrevet. Endvidere vurderes det, at løsningerne er opdateret med relevant ny litteratur samt Regions afværge.

Afværgeprin- cip	Teknik		+/-	Lokalitet		Bygning	Forurening µg/m³	Drift	Effekt
	Nr.	Betegnelse							
Tætning af gulve	1	Membran på kælderloft	-						
	2	Membran på gulv	-						
	3	Maling af kælder	-						
	4	Udskiftning af terrændæk	+	Gåskærgade 23	(SA)	Oprindelig (renseri)	130 (IK) 4000 (MP)	2000 -	middel
Rumventilati- on	5	Ventilation af kælderetage	- ²⁾						
	6	Ventilation af stueetage	+						
Luftrensning	7	Luftrensning	+	Grønnegade 39	(FA)	Oprindelig (nabo)	1.300 (IK)	2001	God
				Lykehåbs Alle 4	(FA)	Idriftværen- de (nabo)	1.600 (MP) 32 (IK)	2001	God
Moderat ventilation af gulvkonstruk- tion	8	Ventilation af krybekældre (aktiv)	+	Margårdsvej 26	(FA)	Oprindelig	1300 (IK) 4*10 ⁶ (MP)	2000 -	God
			+	Nørregade 88	(RA)	Oprindelig (nabo)	6100 1 (IK) 3000 (MP)	1997 -	God
	9	Ventilation af krybekældre (pas- siv)	-						
	10	Ventilation af kapillarbrydende lag (passiv med luftindtag)	+	Ridepladsen 3	(SA)	Nyopført	430 (IK)	1999 -	God
				Vestergade 62	(SA)	Oprindelig (renseri)	36 (IK) 660 (MP)	2000 -	Dårlig
	11	Ventilation af kapillarbrydende lag (aktiv med luftindtag)	+	Nygårdsvej 42B	(RA)	Oprindelig (nabo)	23.000 (IK)	1999 -	God
Tætning af kloakkerne	12	Sug i kapillarbrydende lag (aktiv uden luftindtag)	+	Hus nr. 4185		-	Radon	1995-	God
	13	Tætning af kloakker	+						

RA: Ribe Amt, FA: Fyns Amt, SA (Sønderjyllands Amt) og VA (Viborg Amt)

IK: Indeklimamåling

MP: Målepunkt, poreluft under gulv

+/-: en vurdering af, hvorvidt granskningsegnede cases har været til stede.

1) Kombineret løsning (gulvudskiftning og ventilation af kælder)

2) Afværgeteknikken er dokumenteret ved feltpåvisning som en del af det oprindelige projekt

Tabel 3.3 Oversigt – udvalgte teknikker

3.2 OPRINDELIGT PROJEKT, AMTSAFVÆRGE (CHLOREREDE OPLØSNINGSMIDLER)

Videncenter for Jordforurening (VJ), det tidligere Amternes Videncenter for jordforurening (AVJ) foretog i 2002 en arkivgennemgang hos samtlige af landets daværende amter. Formålet med projektet har været at foretage en erfaringsopsamling vedrørende indeklimateundersøgelser, (Amternes Videncenter for Jordforurening 2002a). Arbejdet har omfattet alle forureningssager, hvor der har været sat fokus på indeklimaet. I forbindelse med sagsgennemgangen er der foretaget en kopiering af alt relevant materiale og en samtidig systematisk registrering af alle relevante data (bygnings- og forureningsdata, detaljer

vedrørende undersøgelsesomfang og metoder, overordnet beskrivelse af afværgeteknik, detaljer for monitoringsomfang, -metoder og -resultater mv.).

I forbindelse med det oprindelige afværgekatalog er AVJ's materiale frem til 2001 gennemgået og viderebearbejdet. Indledningsvis er der foretaget en screening af det materiale, der vedrører afværgeprojekter over for indeklimate påvirkninger. En del af disse projekter er udvalgt for en nærmere gennemgang og drøftelse med de respektive amter. Efter denne gennemgang er der foretaget en endelig udvælgelse af 8 projekter, der er gennemgået i detaljer.

Den oprindelige indledende screeningsundersøgelse har haft til formål at opnå et samlet overblik over, hvilke teknikker der er anvendt som afværge, hvor stor udbredelsen er af de enkelte anvendte teknikker, og hvilke erfaringer der er opnået vedrørende teknik, drift, monitoring, effekt osv. Det har ligeledes været et formål ved den direkte kontakt til de enkelte amter at få et indtryk af de generelle og specifikke problemer, der kan opstå i forbindelse med gennemførelse af afværgeprojekterne, og endeligt har det, ved et samlet overblik, været et formål at udvælge en række repræsentative projekter til praktisk illustration af flere af de beskrevne teknikker i denne rapport.

Ved screeningsundersøgelsen er der i forbindelse med det oprindelige projekt foretaget en gennemgang af ca. 60 projekter. Af nedenstående tabel 3.2 ses en oversigt over den antalsmæssige fordeling imellem de enkelte amter. Af tabel 3.2 fremgår endvidere, hvor mange projekter der efterfølgende er udvalgt til en nærmere granskning.

Amt	Screeningsundersøgelser	Granskning
Frederiksborg	2	
Fyn	7	2
Københavns Amt	3	
Københavns Kommune	4	
Nordjylland	5	
Ribe	4	2
Roskilde	8	
Sønderjylland	9	3
Vejle	7	
Viborg	6	1
Vestsjælland	1	
Århus	2	
Risø	21	3
I alt	79	11

Tabel 3.2 Antal undersøgte projekter i forbindelse med det oprindelige projekt

Ved den gennemførte granskning er der lagt vægt på at indhente oplysninger med henblik på at præsentere eksempler på følgende:

- Konkrete forureningssituationer, hvor der har været behov for at foretage afværgemæssige indgreb.

- Forskellige byggetekniske forhold og lignende forhold der har haft betydning for valg af afværgeteknik og driftsstrategi.
- Forskellige afværgetekniske løsninger. Samme princip/teknik kan udføres på vidt forskellig vis, afhængig af byggetekniske -, geologiske - og erfaringsmæssige forhold. Endvidere kan særlige hensyn over for arealanvendelse spille en afgørende rolle.
- Forskellige driftsstrategier. Samme afværgekoncept kan drives på vidt forskellig vis. Endvidere vil tilsynsomfang, -frekvens og hvem der udfører tilsynet, ligeledes variere.
- Forskellige scenarier for den monitoring, der udføres som dokumentation for foranstaltningens effekt under drift. Omfang og metoder varierer meget og kan have særdeles stor betydning dels for den tekniske evaluering undervejs og dels for de samlede økonomiske omkostninger.
- Den afværgemæssige effekt af de forskellige gennemførte tiltag. Den afværgemæssige effekt varierer noget imellem forskellige både sammenlignelige og ikke sammenlignelige tiltag.
- Det tidsmæssige forløb. Eksempelvis er der stor forskel på, hvor hurtigt et tiltag etableres, efter det er erkendt, at der er uacceptable indeklimapåvirkninger. Erkendelsen af, at noget bør gøres, indtræffer ofte på et relativt tidligt tidspunkt, og ofte før de afgrænsende/udbyggende undersøgelser er afsluttet, mens foranstaltninger måske først iværksættes efter 1-2 år. Samtidig bør det bemærkes, at ”tidlige indsats tiltag” ofte kan etableres inden for en ganske kort tidshorisont - typisk ½-2 måneder.
- Økonomiske forhold for forskellige tiltag, herunder særskilt etablering, drift og monitoring.

I forbindelse med udvælgelsen af eksempler/cases er der først og fremmest lagt vægt på, at de afværgeforanstaltninger, der er anvendt i det konkrete projekt, repræsenterer en eller flere relevante teknikker for tidlige indsatsprojekter, se evt. tabel 3.1.

Samtidig er der lagt vægt på, at der for det enkelte projekt kan foretages en vurdering af den opnåede effekt, herunder at hvert enkelt tiltag som udgangspunkt kan vurderes særskilt. Dette er i praksis ofte vanskeligt, da mange af de gennemførte projekter indeholder foranstaltninger udført som kombinerede løsninger. Eksempelvis kan der være foretaget en bortgravning af forurenet jord nær bygningerne, hvorefter der er etableret en passiv ventilation af det kapillarbrydende lag. I et sådant tilfælde vil det oftest ikke være muligt at foretage en særskilt vurdering af effekten af den passive ventilation. Afværge udføres af praktiske og økonomiske grunde ofte i et kontinuert forløb uden særskilte monitoringsrunder imellem de forskellige afværgetiltag. Sådanne sammensatte projekter har det ikke været muligt at inddrage i dette projekt. Med baggrund heri er en stor del af de gennemførte amtslige projekter frasorteret.

Alle de valgte eksempler på nær ét er ”ikke kombinerede løsninger”, hvorved effekten af hvert enkelt tiltag er vurderet særskilt. Et enkelt eksempel på en kombineret - men fortsat billig - løsning er medtaget for præsentation af dette. Blandt eksemplerne er medtaget projekter både med god og mindre god afværgemæssig effekt samt eksempler på veldokumenterede og mindre veldo-

kumenterede drifts- og monitoringsforløb. For hvert enkelt eksempel er foretaget en sammenfattende vurdering.

Endvidere er medtaget eksempler på foranstaltninger, der er iværksat som ”første fase” af en ”flerfaset” afværgeplan. I sådanne tilfælde forsøges indledningsvis med et mindre indgreb, og afhængig af monitoringsresultaterne (effekten) udvides foranstaltningen i nødvendigt omfang.

Det har ikke været et formål at foretage en granskning af alle ”granskningsegkede cases”, men alene at udvælge en række projekter, og dette således, at der opnås en passende god bred repræsentation af de enkelte teknikker.

Projekter hvor foranstaltningerne er etableret under gulvniveau, og hvor bygningen samtidig tidligere har været anvendt til renseridrift, er udeladt, medmindre der er påvist næsten 100% reduktion eller overvågning (monitoring) under gulvniveau. Dette er gjort med baggrund i den erfaring, at der kan ske en ”lagring” af renseslurker i gulve og vægge, eksempelvis i forbindelse med spild inde i bygningen, som så senere afgives til rumluften (sinks). Hvis en sådan situation er til stede, vil den dokumenterede monitoring ved indeklimamålinger ikke kunne anvendes til en vurdering af den afværgemæssige effekt over for jord- og grundvandsforurening.

Blandt de 60 screenede afværgeprojekter er den hyppigste forureningsårsag renseridrift (41 stk.). Virksomheder som servicestationer, oliedepoter, farverier, kabelfabrikker, garverier, galvaniserings- og forkromningsanstalter og gasværker er dog også repræsenteret som årsag til forureningerne. Forureningskomponenterne har typisk været chlorerede opløsningsmidler, BTEX'er og lign.

Afværgeforanstaltningerne for de gennemgåede projekter er etableret i perioden 1993 – 2001, og der foreligger derved et erfaringsgrundlag med baggrund i driftsperioder på mellem ½ og 7 års drift.

Afværgeprojekterne er primært gennemført i forbindelse med en nuværende bolig beliggende på en tidligere industrigrund, men enkelte projekter omfatter også naboejendomme eller nedstrøms beliggende ejendomme over en grundvandsforureningsbane.

3.3 RADONAFVÆRGE

Ud over drifts- og anlægserfaringer fra amtslige projekter er inden- og udenlandske erfaringer fra afværge over for radonpåvirkninger i enfamiliehuse inddraget i projektet.

Radon (^{222}Rn) er en naturlig forekommende radioaktiv gasart, som dannes, når det radioaktive stof radium (^{226}Ra) henfalder. Stoffet eksisterer overalt i jorden, grundvandet og i byggematerialer af naturprodukter. Radon bidrager til den naturlige baggrundsstråling med gennemsnitligt to tredjedele af den samlede strålingsbelastning. Radon spredes til indeklimaet primært via poreluften under bygninger, men kan også spredes fra byggematerialer med højt indhold af radium.

Spredningsvejene for radon (i poreluften) til overliggende bygninger er identiske med spredningsmønstrene for chlorerede opløsningsmidler og andre flygtige forureninger. Det er derfor relevant at inddrage erfaringer fra fagligt parallelle radonprojekter. Samtidig bør det bemærkes, at det internationale erfaringsgrundlag for afværge over for radon spænder over en meget lang årrække.

3.3.1 Baggrund

Den nuværende baggrund for radon er, at i september 2009 offentliggjorde Verdenssundhedsorganisationen WHO en rapport, der på baggrund af omfattende international forskning i området konkluderer, at radon i indeluften øger risikoen for lungekræft (WHO 2009). Sundhedsstyrelsen anslår med reference til denne rapport, at ca. 9 % af alle nye lungekræfttilfælde i Danmark skyldes radon, svarende til omtrent 300 tilfælde årligt.

Rapporten fra WHO kom sideløbende med nye anbefalinger fra de nordiske strålingsmyndigheder, der anslår, at radon årligt er skyld i ca. 1.200 lungekræftdødsfald i Norden (SIS 2009). Disse anbefalinger har Erhvervs- & Byggestyrelsen valgt at følge ved publikationen af det nye Bygningsreglement 2010 (BR2010), der trådte endeligt i kraft 1. januar 2011, og som skærper kravet til radonsikring i nybyggeri. Statens Institut for Strålebeskyttelse vurderer, på baggrund af en kortlægningsundersøgelse gennemført i 2001 (SIS 2001), at ca. 350.000 enfamiliehuse er påvirket af radon over det nyligt fremsatte krav i BR2010 på 100 Bq/m³.

I Bygningsreglement 2010 er listet følgende funktionskrav til radonsikring i byggeriet (afsnit 6.3.3.2):

- | | |
|--------|---|
| Stk. 1 | Indstrømning af radon til indeklimaet skal begrænses ved at gøre bygningskonstruktionen mod undergrunden lufttæt eller ved at benytte andre tilsvarende effektive foranstaltninger. |
| Stk. 2 | Bygningen skal udføres, så det sikres, at radonindholdet ikke overstiger 100 Bq/m ³ . |

Samtidig anbefales det at iværksætte enkle og billige foranstaltninger, når radonindholdet i eksisterende boliger er mellem 100 og 200 Bq/m³, og at der iværksættes mere effektive forbedringer, når radonindholdet overstiger 200 Bq/m³.

Kravene i Bygningsreglement 2010 til radonsikring er en udvikling fra Bygningsreglementet for småhuse (BR-S 98), hvor krav om radonsikring første gang blev specificeret. Disse krav blev udviklet bl.a. med baggrund i en rapport fra Forskningscenter RISØ fra 1997 (RISØ 1997); en undersøgelse af metoder til reduktion af radonkoncentrationen i danske enfamiliehuse. Rapporten indeholder erfaringer fra feltafprøvninger og udenlandske projekter og var den første større danske undersøgelse af metoder til at nedbringe radonkoncentrationen i indeklimaet.

3.3.2 Radonsikring

Radonkoncentrationen i et hus afhænger af tre principielle faktorer:

- drivkræfter for poreluft til indeklimaet
- (B) størrelsen af influenszonen

- (C) faktorer bestemmende for koncentrationen af radon i den indtrængende poreluft. Herudover vil bygningens konstruktion yde en modstand mod den indtrængende poreluft, bl.a. afhængig af antal, form og størrelse af utætheder i bygningskonstruktionen.

For at hindre indtrængning af poreluft, og dermed radon, til indeklimaet, kan der i konstruktionen installeres forskellige tiltag, der på den ene eller anden måde yder indflydelse på ovenstående faktorer. Disse radonsikringer kan være både passive i form af eksempelvis membraner, og aktive i form af øget ventilation eller trykdulning.

Der eksisterer en række tiltag i litteraturen til at afhjælpe forøget radonindhold i en bolig. Specielt i Storbritannien er der foretaget komparative studier af forskellige løsningsmodeller, således at den mest effektive løsning til et givent problem hurtigt kan vælges (BRE 2003 og WHO 2009). Ligeledes er der udført detaljerede beskrivelser af den praktiske udførelse af løsningsmodellerne (BRE 2003).

Generelt anbefales en "radonsump" eller "radonsug" (aktivt sug under terrændæk) som den mest effektive løsning til radonsikring af en bygning. Løsningen er ligeledes fundet som løsningen med højest reduktionseffektivitet i danske forsøg (RISØ 1997), med en reduktion på op til 100 %. Metoden har til formål at hindre indtrængning af jordluft til huset. Ved at frembringe et undertryk i det kapillarbrydende lag under husets terrændæk opnås en strømning af luft mod dette punkt i stedet for strømning mod indeklimaet. Metoden er i såvel Danmark som internationalt veldokumenteret og velbeskrevet. Metoden er nærmere omtalt i datablad DB12 og DB12.1.

3.4 FELTAFPRØVNING (OPRINDELIGT KATALOG)

Som supplement til den ovennævnte erfaringsopsamling, der er baseret på erfaringer fra tidligere gennemførte projekter, er der endvidere foretaget en feltafprøvning af tre teknikker. Der er udelukkende udført feltafprøvninger i forbindelse med det oprindelige projekt.

De tre teknikker er valgt under hensyntagen til flere forhold. Efter en screening blandt de tidligere gennemførte projekter (amtslige og Risø) er der observeret en restgruppe bestående af 7 teknikker - for hvilke der ikke foreligger tilgængeligt datamateriale egnet for en nærmere granskning. Af økonomiske grunde har det i forbindelse med udvælgelsen til feltafprøvning været nødvendigt efterfølgende at foretage en prioritering blandt disse teknikker.

Vurderinger i rapportens senere kapitler omkring de resterende 4 teknikker (teknik nr. 1, 2, 5 og 9, jf. tabel 3.3) er således nødvendigvis baseret på skøn og teoretiske vurderinger.

De teknikker, der i dette projekt er afprøvet, er henholdsvis to nye teknikker (luftrensning) og en velkendt teknik (rumventilation).

Ideen med luftrensning er opstået i projektets indledende fase og er efterfølgende videreudviklet. Det har derfor været naturligt at foretage en feltafprøvning. Den velkendte teknik med aktiv ventilation af kælderetage er dels valgt afprøvet, da der ikke foreligger eksisterende projekter, hvor effekten af denne foranstaltning kan vurderes særskilt, og dels da teknikken var oplagt at anvende på én af de lokaliteter, det har været muligt at inddrage i projektet.

Teknikkerne afprøves på 3 forskellige lokaliteter og ved i alt 4 forskellige forsøgsopstillinger. Udvikling og feltafprøvning er udført af NIRAS og foretaget i perioden fra september 2001 til januar 2002.

For at dokumentere effekten af den iværksatte foranstaltning er der foretaget henholdsvis indeklimamålinger, udeluftmålinger og poreluftmålinger under gulv. Alle målinger, inkl. poreluftmåling under gulv er udført ved en passiv opsamling over 6 dage. Målingerne til at dokumentere effekten er udført før og efter en periode med afværgeforanstaltninger i drift samt i to perioder under drift.

Passiv opsamling ved måling under gulv var en nyudviklet metode, og udvikling og afprøvning er sket i forbindelse med det oprindelige projekt. Det overordnede mål har været at foretage en videreudvikling af de traditionelle poreluftmålinger. Erfaringsmæssigt er disse ofte behæftet med stor usikkerhed pga. korttidsvariationer i temperatur og atmosfæretryk. Ved den passive måleteknik foretages måling over en længere periode, hvorved påvirkningen fra korttidsfluktuationerne minimeres.

Der er endvidere udført luftskiftemålinger til bestemmelse af luftudvekslingen/luftskiftet imellem de enkelte lokaler og etager i de enkelte boliger. Ved de valgte feltafprøvninger (luftrensning og rumventilation) sker der i begge tilfælde en påvirkning af luftbevægelsen i bygningerne. Målingerne har derfor haft til formål at dokumentere eventuelle ændringer henholdsvis med og uden drift af afværgeforanstaltninger. Undersøgelsen er gennemført i håbet om at forbedre datagrundlaget for de efterfølgende vurderinger af effekt og konsekvens for de valgte afværgeløsninger. Luftskiftemålingerne er udført i samarbejde mellem NIRAS og By og Byg, Statens Byggeforskningsinstitut.

På de lokaliteter, der har indgået i feltafprøvningen, har der igennem længere tid pågået supplerende undersøgelser og projektering af større afværgeforanstaltninger. Foranstaltningerne har således været etableret som en tidlig indsats.

I nedenstående afsnit 3.4.1 og 3.4.2 gives en kort præsentation af feltafprøvningen for de tre teknikker.

3.4.1 Aktiv luftrensning i kældere og stueetage

Afværgemetoden med aktiv luftrensning - anvendt over for chlorerede opløsningsmidler i indeklimaet - havde ikke tidligere været anvendt i Danmark før udarbejdelse af det oprindelige afværgekatalog. Teknikken er dog velafprøvet i flere andre sammenhænge, f.eks. ved rensning af kabineluft i entreprenørmaskiner og ved rensning af indeluft påvirket af tobaksrøg.

Metoden er enkel og bygger i princippet på, at der ved en ventilator skabes en svag luftcirkulation i opstillingslokalerne. Ventilatoren er indbygget i et kabinet og sikrer, at luften i opstillingslokalet suges ind i enheden. Luften passerer herefter et aktivt kulfilter, renses og udledes atter til lokalet. Luftrenseren placeres således, at der sker en naturlig strømning forbi luftrenseren fra hele rummet, f.eks. betinget af udluftning og opvarmning.

Der er udviklet to typer af luftrensere - henholdsvis en stor og en lille model. Den store model tænkes opstillet i ubeboede lokaler (pga. støj), eksempelvis i kælderlokaler og har en kapacitet på op til ca. 230 m³/t. Den lille model tænkes opstillet direkte i de i beboede lokaler og har en kapacitet på op til ca. 100

m³/t. Luftrensere er begge udviklet med et neutralt udseende og med en indbygget støjdemper. Renseenhederne er monteret med kulfilter med et volumen på op til ca. 4 kg kul.

Med en indeklimapåvirkning på 10-400 µg PCE/m³ og en luftcirkulation pr. luftrenseenhed på 35-230 m³/t skal der foretages kulskifte og udskiftning af støvfiltre 1 gang årligt (4 kg kulfiltre). Med en indeklimapåvirkning på 400-1.000 µg PCE/m³ og en luftcirkulation pr. luftrenseenhed på 35-230 m³/t skal der foretages kulskifte og udskiftning af støvfiltre 2 gange årligt (4 kg kulfiltre). Ovennævnte hyppigheder for kulskifte er vurderet ud fra kullets sorptionsevne, luftrensernes ventilationskapacitet, det anførte interval for indeklimakoncentrationen og en indlagt sikkerhedsfaktor på 2-4. Sikkerhedsfaktoren er bl.a. indlagt, da filtrene, foruden PCE, vil blive belastet af øvrige aktiviteter, som frigiver stoffer til indeklimaet.

Metoden og de afværgemæssige erfaringer er nærmere beskrevet i datablad nr. 7 og (Fyns Amt, 2002a) samt Miljøprojekt nr. 1340, (Miljøstyrelsen 2010a)

På lokaliteten - hvor der både er en udeluftpåvirkning og påvirkning fra poreluftforurening under bygningen - er metoden afprøvet ved opstilling af luftrensere henholdsvis i stueetagen (direkte i de beboede lokaler) og i kælderetagen. For en nærmere beskrivelse af teknikken og en præsentation af resultater fra de afprøvede forsøg henvises til datablad DB7, DB7.1, DB7.2 og notaterne (Fyns Amt, 2002a) og (Fyns Amt, 2002b) samt Miljøprojekt nr. 1340, (Miljøstyrelsen 2010a).

Lokaliteterne, der har været inddraget i forbindelse med feltafprøvningen, er henholdsvis Lykkeshåbs Allé 4 i Odense og Grønnegade 39 i Fåborg.

3.4.2 Aktiv ventilation af kælderetage

Der er endvidere foretaget feltafprøvning af aktiv ventilation af kælderetage på én lokalitet. På denne lokalitet stammer påvirkningen af indeklimaet alene fra et forureningsindhold i poreluften under bygningen. I kælderen er der monteret standard rumventilatorer med en kapacitet på op til ca. 200 m³/t.

En nærmere teknisk beskrivelse og en præsentation af resultater fra det afprøvede feltforsøg ses på datablad DB4 og DB4.1 og endvidere i (Fyns Amt, 2002a) og (Fyns Amt, 2002b).

I forbindelse med feltafprøvningen af aktiv ventilation af kælderetage er der ligeledes foretaget luftskiftemålinger til undersøgelse af luftbevægelsen i boligen.

Lokaliteten, der har været inddraget i forbindelse med feltafprøvningen, er Lindevej 29 i Odense.

4 Generelle problemstillinger

I nedenstående kapitel beskrives en række af de generelle problemstillinger, der knytter sig til grunde forurenet med chlorerede opløsningsmidler. I kapitlet beskrives de mulige spredningsveje i jorden for forskellige forureningsscenarier med større eller mindre spild, med eller uden forekomst af fri fase stof samt under forskellige geologiske, pneumatiske samt hydrogeologiske forhold. Problemstillingerne vedrørende spredningsveje er i bilag illustreret ved en række skitser for udvalgte scenarier.

Kapitlet indeholder endvidere en beskrivelse af de typiske eksponeringsveje samt en beskrivelse af kvalitets- og acceptkriterier for jord, grundvand, poreluft, indeklima og udeluft.

Dernæst indeholder kapitlet en beskrivelse af relevante forhold i forbindelse med planlægning og gennemførelse af forureningsundersøgelse. Problemstillingen er medtaget, da undersøgelsesmetodikken og resultaternes validitet har afgørende betydning for beslutningsgrundlaget i afværgefasen. Specifikke problemstillinger for prøvetagningsmetoder og prøvetagningstidspunkter præsenteres og videreføres med anbefalinger gældende for afværgefasen.

4.1 SPREDNINGSVEJE

Overordnet set er de chlorerede opløsningsmidler karakteriseret ved et komplekst spredningsmønster, der ofte bevirker, at forureningen spredes i poreluften og grundvandet i et større område uden for kildeområdet, og at spredningen samtidig giver anledning til uacceptable påvirkninger både på kildegrunden og på et større antal nabogrunde.

De chlorerede opløsningsmidler er karakteriseret ved specielle fysiske egenskaber såsom: høj densitet, lav viskositet, højt damptryk, høj Henrys konstant samt en betydelig opløselighed. I samspil med jordlagenes geologiske opbygning og mætningsforhold for vand og luft er disse egenskaber styrende for stoffernes spredning i jordmiljøet.

Helt overordnet er det sådan, at chlorerede opløsningsmidler på fri fase kan spredes gennem jordens umættede og mættede zone via poreskelettet i sandlag eller revner og sprækker i moræner. Ved nedtrængning til finkornede lag med højt vandindhold eller til grundvandsspejlet kan den lodrette spredning standses som følge af de kapillære kræfter, som fastholder grundvandet i jordens porer. Ved opbygning af en tilstrækkelig ”pulje” af fri fase over det finkornede lag eller vandspejlet overvindes denne modstand, og spredningen kan herefter fortsætte nedefter. Når grundvandsspejlet således er penetreret, kan spredningen af fri fase ske til stor dybde i magasinet afhængig af mængden af fri fase og jordlagssammensætningen.

Udslip af chlorerede opløsningsmidler på opløst form vil overordnet set udvides svarende til infiltrerende regnvand. Den opløste spredning vil således ikke på samme måde som den frie fase hæmmes af lag med højt vandindhold

eller grundvandsspejlet. Til gengæld vil den opløste forurening ikke i sig selv have en tilbøjelighed til at spredes til større dybde i grundvandszonen.

Langs spredningsvejene for fri eller opløst fase af chlorerede opløsningsmidler efterlades et ”spor” af stofferne sorberet primært til jordlagenes indhold af organisk stof, såkaldt residual jordforurening. Ved udslip af fri fase kan dette spor desuden bestå af små separate dråber af fri fase afsnøret i kornskelettet eller i mindre sprækker, residual fri fase.

Fra den residuale jordforurening, den residuale frie fase samt fra forurening på fri fase vil der ske en afdampning, hvorved der dannes en poreluftforurening i den umættede zone med chlorerede opløsningsmidler. Endvidere vil der kunne ske en spredning til den umættede zone fra den mættede zone pga. opløst grundvandsforurening. Poreluftforureningen udbredes diffusivt og konvektivt i den umættede zone, og under specielle jordlagsforhold er udbredelsen af en sådan poreluftforurening påvist i afstande af 50 – 300 meter fra kildeområdet - i enkelte tilfælde i afstande på op til flere kilometer. I andre tilfælde f.eks. ved en tynd og højermeabel umættet zone, bortventileres poreluftforureningen til atmosfæren inden for få meter. Faseovergangene mellem opløst og gasformig forurening bevirker, at en primær forureningsspredning via grundvandet kan medføre en tilsvarende udbredelse af gasformig forurening og omvendt.

Tilbøjeligheden for de chlorerede opløsningsmidler til at optræde og spredes på gasform i forholdsvis høje koncentrationer medfører, at der både på og omkring/nedstrøms mange tidligere renserigrunde kan konstateres markante forureningsniveauer nær og under bygninger.

I bilag A ses en detaljeret beskrivelse af de mulige spredningsveje. Beskrivelsen omfatter 4 typiske forureningssituationer for forskellige jordlagsforhold og forureningsomfang – fra mindre spild til meget store spild.

De enkelte eksempler er illustreret ved spild med PCE, da dette ofte er den mest betydende forureningskomponent. Spredningsmønsteret gælder endvidere for de øvrige gængse chlorerede opløsningsmidler, herunder eksempelvis TCE, dichlormethan osv.

4.2 EKSPONERINGSVEJE

De mulige direkte eksponeringsveje for forureningen over for mennesker er:

- indtagelse af jord og støv
- hudkontakt med jord
- indånding af gasarter eller jordpartikler
- indtagelse af drikkevand.

Desuden kan forureningen føre til eksponering af planter og dyr med toksiske effekter, der igen ved indtagelse af planter, afgrøder og dyr kan aflede sundhedsmæssige effekter for mennesker. Endvidere kan forureningen føre til en direkte påvirkning af dyre- og fiskelivet.

Den aktuelle eksponering af mennesker afhænger af, hvilken arealanvendelse der er tale om, da der ved forskellige arealanvendelser vil opstå forskellige brugsmønstre.

Følgende forhold vil endvidere have betydning for risikoen ved den konkrete eksponering: forureningens tilgængelighed, eksponeringstiden, eksponeringsvejene samt følsomheden hos den aktuelle brugergruppe.

Følsomheden ved forskellige arealanvendelser inddeles i tre niveauer: meget følsom, følsom og ikke følsom. For en nærmere beskrivelse af forskellige arealanvendelsers eksponeringsmønstre henvises til (Miljøstyrelsen 1998a).

4.3 ACCEPTKRITERIER

På baggrund af sundhedsmæssige overvejelser har Miljøstyrelsen for en række stoffer og forskellige eksponeringsscenarier fastsat såkaldte kvalitetskriterier (Miljøstyrelsen 1998a). Disse kvalitetskriterier er Miljøstyrelsens anbefaling til fastsættelse af den maksimalt tilladelige påvirkning af mennesker fra forurening i jord, grundvand og poreluft ved følsom arealanvendelse. Miljøstyrelsens kvalitetskriterier er vist i tabel 4.1.

På baggrund af Miljøstyrelsens kvalitetskriterier kan amter, embedslæger og andre myndigheder fastsætte acceptkriterier, hvor der tages hensyn til den konkrete lokalitets brugsmønster og fysiske beliggenhed.

I tabel 4.1 er for PCE anført Arbejdstilsynets kriterium og baggrundsværdier i uforurenede områder, (Miljøstyrelsen 2001b). I forbindelse med Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 80 om etablering og drift af renserier må koncentrationerne i tetrachlorethylen i renseriet ikke overstige 5.000 µg/m³. Koncentrationer i de rum der ligger lige over renseriet må koncentrationerne ikke overstige 100 µg/m³.

		Kvalitetskriterier
		PCE
Jord (inden for arealanvendelsesdybden)		5 mg/kg ²⁾⁺⁴⁾
Grundvand		1 µg/l ¹⁾⁺²⁾
Indeklima/ udeluft		6,0 µg/m ³⁾⁺²⁾
		Grænseværdier og baggrundsniveauer – PCE
B-værdi ¹⁾		10 µg/m ³
Miljøstyrelsens grænseværdi for idriftsværende renseri		5.000 µg/m ³
Arbejdstilsynets grænseværdier ved uundgåelig erhvervsmæssig eksponering		70.000 µg/m ³
Baggrundsniveau på uforurenede grunde (tætte byområder) ³⁾		0,15 µg/m ³
Baggrundsniveau på uforurenede grunde (åbne boligområder, land, parcelhus mv.) ³⁾		0,027 µg/m ³

1) Det samlede indhold af chlorerede opløsningsmidler.

2) Miljøstyrelsen. Oprydning på forurenede lokaliteter, nr. 6, 1998 .

3) Miljøstyrelsen. Miljøprojekt 651, 2001. Dokumentation af interne og eksterne kilder til tetrachlorethylen i boliger.

4) Tager ikke højde for indeklima- og grundvandsrisici.

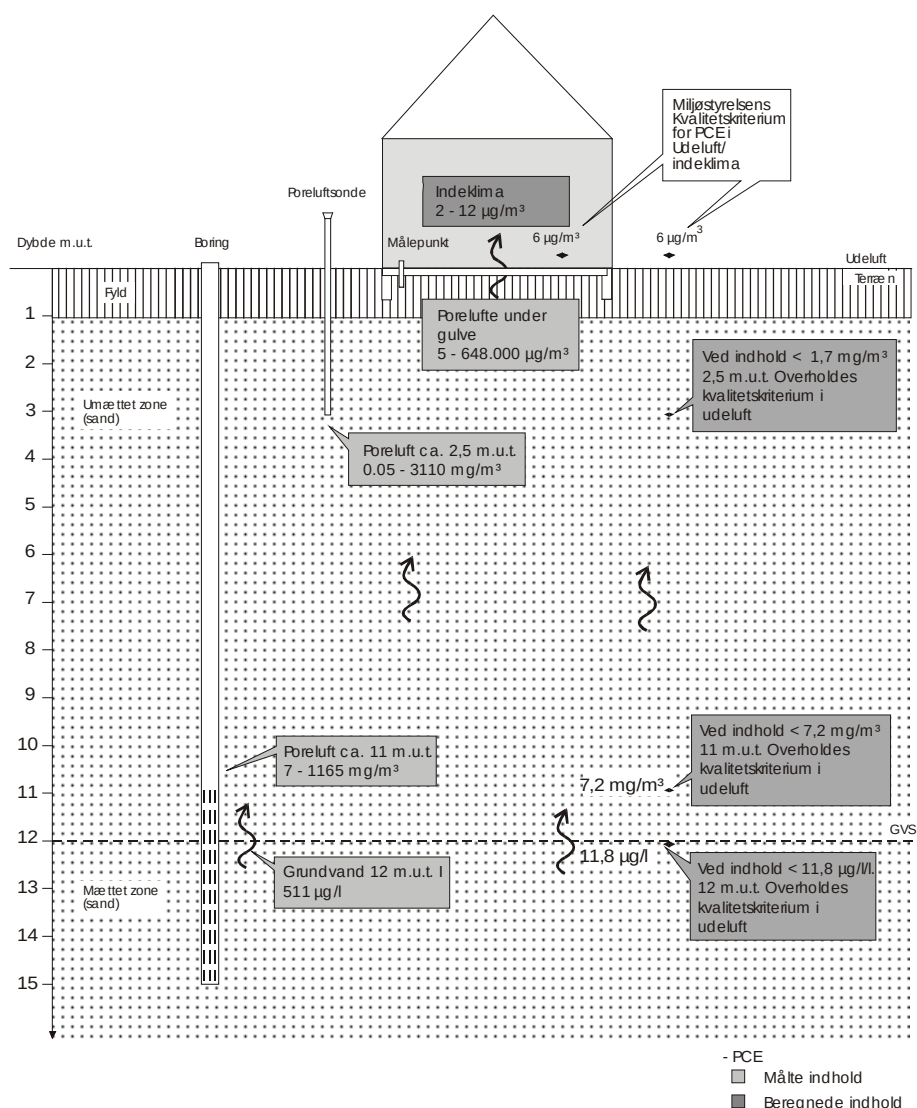
BEK nr. 80 af 11.01.2010. Bekendtgørelse om etablering og drift af renserier, Miljøministeriet. .

Tabel 4.1 Kvalitetskriterier for PCE.

4.3.1 Praktisk anvendelse af acceptkriterier

De valgte acceptkriterier dokumenteres overholdt ved prøvetagning i et eller flere af følgende medier: jord, grundvand, poreluft under gulve, poreluft over vandspejlet (eller tættere på terræn), indeklima og/eller udeluft.

Afhængig af den valgte prøvetagningsstrategi er det i visse tilfælde nødvendigt at foretage en teoretisk videre bearbejdning, eksempelvis vha. Miljøstyrelsens beregningsværktøj JAGG, (Miljøstyrelsen 1998a) og/eller ved simple ligevægtsbetragtninger. Ved hjælp af diffusions- og konvektionsberegninger for forureningsspredning i det aktuelle miljø kan foretages en risikovurdering i forhold til den aktuelle arealanvendelse. I figur 4.1 ses et eksempel på en teoretisk beregning af indeklimapåvirkningen og bidraget til udeluften beregnet på baggrund af målte data i jord, grundvand og poreluft. Af figuren ses endvidere de beregnede acceptkriterier i jord- og grundvandsmiljøet baseret på lokalitetsspecifikke forhold som geologi og byggetekniske forhold (gulvtykkelse



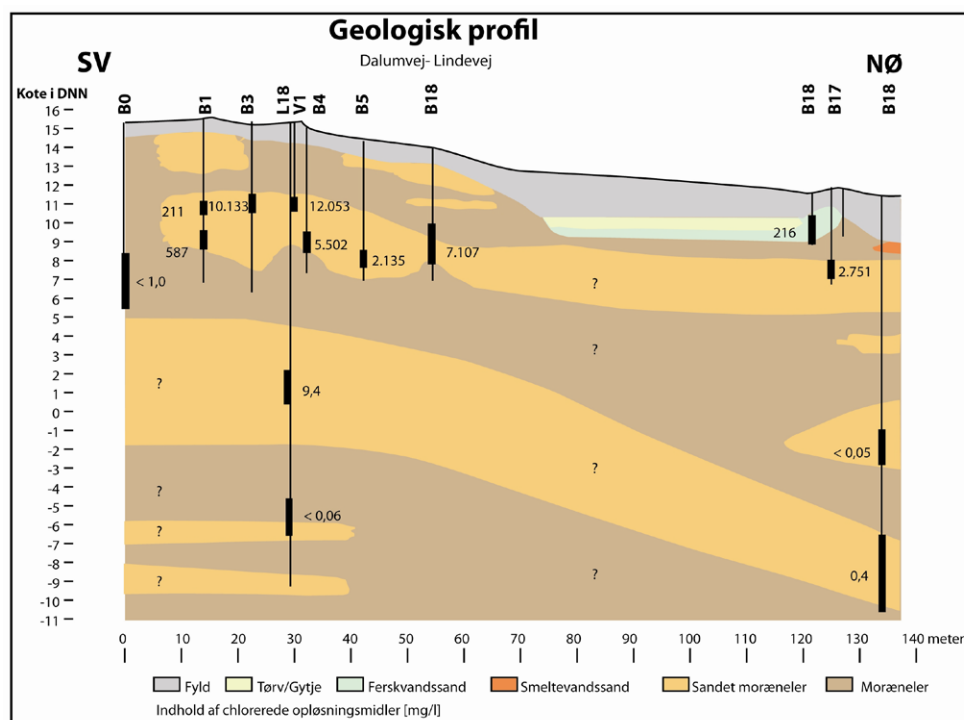
og revnevidde i betongulve, rumstørrelse mv.).

Figur 4.1 Eksempel – videre bearbejdning

4.4 FORURENINGSUNDERSØGELSER

4.4.1 Strategi

Tilrettelæggelsen af en forureningsundersøgelse bør altid tage afsæt i en simpel konceptuel model, da der ved undersøgelserne, efterhånden som de skrider frem, akkumuleres en stor mængde oplysninger om lokaliteten, om den lokale geologi og hydrogeologi og om forureningens styrke og spredning. Modellens konkrete form kan bestå i en række simple geologiske snit, hvor feltobservationer indtegnes og søges interpoleret således, at de danner et sammenhængende billede af geologi, hydrogeologi og forureningsudbredelse. Et eksempel på en sådan model fremgår af figur 2.1 og nedenstående figur 4.2.



Figur 4.2 Eksempel på konceptuel model. Spredningsveje - Dalumvej 34 Odense.

Med afsæt i den simple konceptuelle model opnås relativt hurtigt, og i takt med at nye data genereres, et varigt overblik over, hvilke ejendomme der er/kan være påvirkede i betydelig grad, og dermed skabes grundlag for planlægning af en passende borgerinformation og -inddragelse.

Modellen er ligeledes et vigtigt redskab i planlægningen af yderligere undersøgelser, revurdering af undersøgelsesmetoder og strategi, revurdering af beregningsforudsætninger og til kvalitetskontrol af eksisterende data. Eksempelvis kan opnås en kontrol af, om der er den forventede sammenhæng mellem forskellige måle/analysemetoder.

Endvidere er det vigtigt, at formålet med undersøgelsen og eventuelle delundersøgelser formuleres klart og entydigt. Så snart det er konstateret, at afværge er nødvendigt, om end i et ukendt omfang, er det vigtigt, at de forestående undersøgelser tilrettelægges under hensyntagen til dette. Ofte vil selv mindre supplerende undersøgelsestiltag have stor betydning for de efterfølgende vurderinger omkring valg af afværgekoncept, detailprojektering osv. Eksempelvis

kan det være af stor værdi at supplere prøvetagningsprogrammet i forbindelse med borearbejde (forureningskortlægning) med en ”vandindholdsbestemmelse” i de jordprøver, der allerede er planlagt udtaget, evt. et vingeforsøg, når man alligevel er på lokaliteten eller notere supplerende byggetekniske oplysninger fra ”afværgechecklisten” (bilag C), når ejendommene alligevel besigtiges osv.

4.4.2 Metoder – anvendelighed og sårbarhed

Endvidere er det vigtigt, at undersøgelsesresultaterne fremstår som troværdige og robuste og om muligt er planlagt, så de med fordel kan inddrages i en eventuel senere monitoring under drift af afværge.

I nedenstående beskrivelse omtales primært prøvetagningsmetoder og -teknikker, der kan anvendes dels i undersøgelsesfasen og dels i driftsfasen for afværge. Metoder og teknikker, der alene anvendes i undersøgelsesfasen, omtales ikke.

Robuste undersøgelses- og driftsresultater er resultater, som kan dokumenteres, verificeres og reproduceres. Robustheden kan, et godt stykke hen ad vejen, tilvejebringes allerede i planlægningsfasen.

Dokumentation af metoder kan f.eks. opnås ved at tilrettelægge et kvalitetssikringsprogram, som redegør for nødvendige kontroller, kontrolfrekvens og godkendelseskriterier. Kvalitetssikringsprogrammet kan hensigtsmæssigt udformes som et skema, der er en obligatorisk del af det planlagte monitoringsprogram. Herefter indføres de ønskede kontrolmålinger direkte i forbindelse med den gennemførte monitoring.

Verifikation af monitoringsresultater opnås ved at sammenholde målinger, som er direkte eller indirekte sammenlignelige. Poreluftmålinger kan f.eks. verificeres ved analyse af poreluft i samme punkt, ved sammenligning med poreluftmålinger inden for et sammenligneligt område eller ved analyse af vandprøve fra et nærliggende grundvandsmagasin. Ved sammenligning af de fremkomne resultater skal det forhold dog inddrages, at der kan være store koncentrationsforskelle over kort afstand i jordlag med lav permeabilitet. Allerede ved planlægningen af den påtænkte monitoring kan der udpeges kritiske oplysninger, som bør verificeres, f.eks. ved at kombinere forskellige prøvetagningsmetoder.

Reproducerbare resultater er resultater, som kan bekræftes ved gentagne prøveudtagninger. Hvis monitoringen planlægges således, at den efterfølgende risikovurdering vil basere sig på måling i et enkelt punkt, vil det være hensigtsmæssigt, om målingen nemt kan gentages. Reproduktionen af en poreluftmåling kan f.eks. forbedres ved at etablere en permanent poreluftsonde (3/4” vandrør) i den umættede zone. Den efterfølgende monitoring kan således nemt gentages i dette punkt. På tilsvarende vis kan der ved poreluftmålinger under gulv, om muligt af hensyn til den aktuelle anvendelse, afsluttes med en tæt fastsiddende gummiprop, i stedet for at foretage tilfyldning med beton efter hver prøvetagningsrunde.

Variationer ved gentagne målinger i bl.a. poreluft kan være markante, men kan ikke altid alene forklares ud fra nedbørsvariationer o.lign. Ved gentagne

målinger i samme punkt skal omstændighederne ved prøveudtagningen dokumenteres og vurderes meget nøje.

Feltundersøgelser af forureninger med flygtige chlorerede opløsningsmidler kan være forbundet med væsentlige metodiske usikkerheder. Stoffernes særlige karakteristika vanskeliggør udtagning af repræsentativt prøvemateriale og stiller en række særlige krav til

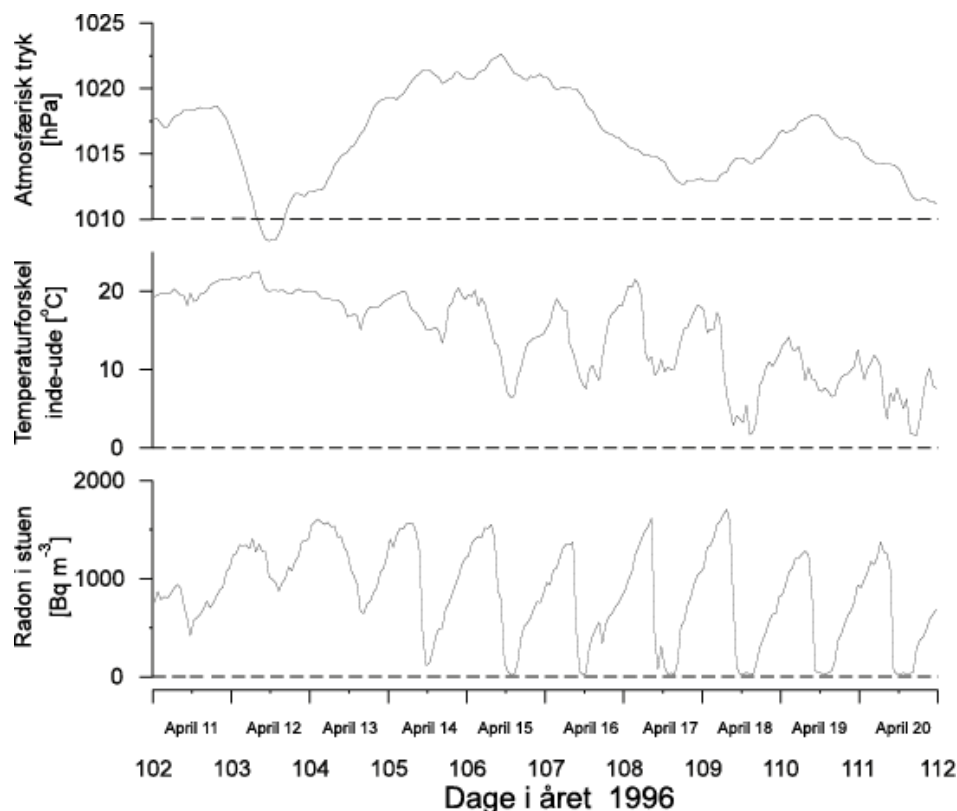
- prøveudtagningsproceduren
- prøveopbevaring og
- efterfølgende håndtering under analysearbejde.

Disse usikkerheder betyder, at der kan være behov for at anvende kombinationer af forskellige feltmetoder til en indbyrdes verifikation, for derigennem at opnå et troværdigt billede af forureningens aktuelle styrke.

Ud over ovennævnte problemstillinger kan selve *prøvetagningstidspunktet* spille en meget væsentlig rolle. Følgende forhold vurderes i den sammenhæng at være særdeles relevante:

- *Variationer i det atmosfæriske tryk.* Ved vejrskifte, eksempelvis ved en højtrykspassage, vil der ske en trykudligning mellem trykket i atmosfæren og trykket i poreluften i formationen. Trykudligningen vil bevirke, at poreluften i formationen og derfor poreluften også under bygningen ”sættes i bevægelse”, og der er derved mulighed for, at der sker en kortvarig opkoncentrering eller fortynding af forureningen i enkelte punkter.
- *Variationer i temperatur.* Temperaturforskelle målt mellem inde- og udeluft kan have stor betydning for forureningskoncentrationen. Ved store temperaturforskelle (f.eks. om natten) kan observeres forhøjede indhold, pga. ændrede tryk- og strømningsforhold. Ved eksempelvis logning af radonkoncentrationer i indeluften er ofte påvist variationer på flere tidsskalaer: igennem døgnet (normalt med maksimum tidligt om morgenen), ugen (med særlige radonforhold mandag til fredag i forhold til lørdag til søndag), året (normalt med maksimum om vinteren) og fra år til år (normalt med maksimum i strenge vintre). Variationerne tilskrives ændringer i radonindtrængning og udeluftskifte forårsaget af ændringer i lokalklimaet (primært udetemperatur og vindpåvirkninger), beboervaner (udluftninger) og jorden under husene (fugtforhold, herunder grundvandsspejlets dybde). På figur 4.3 ses et eksempel på variationer i radonindholdet som resultat af dels temperaturændringer og dels atmosfæriske trykforandringer.
- *Terrænnære vandspejlsvariationer.* Disse variationer vil - på grund af variationer i frigivelsesmønstret for den pågældende forurening - ligeledes spille en afgørende rolle for den aktuelle forureningskoncentration i den ovenliggende poreluft.

- Udluftningsmønstre.* Ved indeklimamålinger vil det aktuelle udluftningsmønster i bygningen (åbne vinduer og o.lign.) spille en meget afgørende rolle. Målinger gennemført i henholdsvis vinter- og sommerperioder er sjældent sammenlignelige, da der naturligt nok på vore breddegrader foretages en markant større udluftning i sommerperioden end i vinterperioden. Tilsvarende ses markante dags- og ugevariationer med en typisk markant forøget udluftning i morgen-/ eftermiddagstimer og weekender i forhold til de øvrige tidspunkter.
- Differenstryk.* Temperaturforskel mellem inde og ude samt vindtrykket på bygningen medfører en trykforskel mellem ude og inde et trykdifferenstryk mellem inde og ude (både over og under jorden). Dette skaber en influenszone i jorden, hvorfra alt poreluft vil tiltrækkes indeklimaet. Størrelsen af zonen er varierende, eftersom trykdifferensen er varierende. Atmosfærisk tryk kan give anledning til, at større eller mindre mængder af forureningskomponenter (eks. radon eller chlorerede opløsningsmidler) entrerer denne influenszone, men atmosfæretrykket har ikke noget at sige mht. indtrængningen til indeklimaet. Indtrængningen er alene styret af trykdifferensen. Transport af poreluft i jorden sker konvektivt og diffusivt. Den konvektive transport giver anledning til, at andre gasarter transporteres med denne poreluftstrøm. Disse andre gasarter kan være radon eller chlorerede opløsningsmidler. Men det er kun den konvektive transport, der er ens. Både radon og flygtige forureninger transporteres diffusivt, men her er transporten styret af stoffernes individuelle kemiske egenskaber. Og her transporteres radon lettest, idet det er en atomar ædelgas (ikke på molekyleform).



Kontinuerte målinger af atmosfæretryk, indendørs-udendørstemperaturforskel og radonkoncentration i stuen for hus nr. 4185 i perioden fra den 11. til 20. april 1996. Bemærk, at variationerne af radonkoncentrationen i stor udstrækning følger temperaturændringerne. Ændringer i det atmosfæriske tryk ser i dette tilfælde ikke ud til at spille nogen væsentlig rolle for indtrængningen af radonholdig jordluft til huset i forhold til indtrængning af jordluft, forårsaget af andre drivkræfter. Målingerne er foretaget, efter at det aktive sug under terrændæk var sat op, men i den angivne periode var anlægget slukket. (Forskningscenter Risø 1997).

Figur 4.3 Variationer i radonindholdet ved varierende tryk og temperatur

5 Overordnet præsentation

5.1 TIDLIG INDSATS – HVOR OG HVORNÅR

Som præsenteret under den samlede beskrivelse af projektets formål opstår der i forbindelse med større forureningssager af og til et utilfredsstillende tidsmæssigt forløb. I disse sager går der således relativt lang tid fra beslutningen om, at afværge er truffet og til, at beslutningen effektueres.

Dette giver ofte anledning til mange bekymringer hos de berørte grundejere/beboere, og en tilhørende utilfredshed over i længere tid at skulle afvente, at effektfulde tiltag iværksættes. Endvidere kan der i en købs-/salgssituation hos grundejer/køber ligeledes opleves stilstand og manglende afklaring.

Med baggrund i disse forhold vil det være relevant at fremskynde processen ved iværksættelse af en tidlig indsats til afhjælpning af indeklimaproblemer. Den tidligere indsats kan være relevant at anvende dels i bygninger beliggende i/nær kildeområder og/eller over en grundvandsfane, der giver anledning til en uacceptabel afdampning til indeklimaet.

”Tidlig indsats teknikker” er kendetegnet ved at være hurtigere og billigere at etablere end in-situ afværgeteknikker. De enkelte teknikker er ved sammenligning varierende i effekt og dækker bredt fra moderat og usikker effekt til stor og sikker effekt. Nogle gange vil foranstaltningen have en midlertidig karakter og være udformet således, at der kan sættes ind parallelt med, at der detailprojekteres et større sammenhængende afværgetiltag, der har til formål at fjerne kilden til forureningsspredning. Teknikkerne kan dog også anvendes som permanente foranstaltninger i områder med moderate forureninger, hvor der ikke foretages en målrettet kildefjernelse eller i ”perifere områder”, hvor der foretages kildefjernelse, men eksempelvis ingen afværge over for forureningsspredningen i grundvandet. I visse tilfælde kan anlæggene nedtages i forbindelse med den egentlige oprensning og genanvendes i efterfølgende sager.

5.2 KARAKTERISTIKA

Tidlige indsats teknikker er overordnet karakteriseret ved følgende kravspecifikationer:

- Der skal være et begrænset behov for undersøgelser og tests til vurdering af anvendeligheden af den enkelte teknik.
- Anlæggene skal være hurtige at installere/etablere. Dog kan der i nogle tilfælde være tale om længerevarende anlægsperioder.
- Anlæggene skal være robuste i drift og lette at vedligeholde.
- Der må i forbindelse med etablering og drift kun opstå begrænsede gener for de berørte beboere.
- Driftsfasen skal være karakteriseret ved ingen eller meget lave driftsomkostninger.
- Driften af det enkelte anlæg må kun fordrage et minimalt tilsyn, der gerne skal kunne udføres af beboere, vicevært eller tilsvarende.

- Beboerne skal ved tydelig visuel eller lignende indikation kunne få status om de aktuelle driftsforhold (drift og driftstop).

De overordnede principper, der ligger til grund for tidlige indsats teknikker, er følgende:

- Tætning (ved udlægning af membran, tætning af rørgennemføringer eller lignende).
- Rumventilation (i kælder eller stueetage).
- Luftrensning (i kælder eller stueetage).
- Moderat ventilation af gulvkonstruktioner (krybekældre eller kapillarbrydende lag under gulve).
- Kraftig terrænnær ventilation (ventilation af den underliggende jord fra lodrette borer eller dræn under gulve).
- Tætning og udluftning af kloakledninger

Teknikken med etablering af overtryk i kældre er fravalgt, da der er risiko for råddannelse i trækonstruktioner ved indsugning af fugtig udeluft.

5.3 VALG AF TEKNIK

Det endelige valg af afværgeteknik afhænger primært af to faktorer, først og fremmest af, på hvilke måder bygningen er påvirket og dernæst af de byggetekniske forhold.

Der kan være tale om en påvirkning, der alene stammer fra diffusiv – og/eller konvektiv forureningsspredning fra en poreluftforurening beliggende under bygningen, hvilket vil være den hyppigst forekommende forureningssituation. Endvidere kan der komme bidrag via kloaksystemet. I særlige tilfælde kan der endvidere være tale om en påvirkning fra en udeluftforurening, som typisk vil forekomme ved idriftværende renserier. Endelig kan der være tale om bidrag fra afdampning af forureningskomponenter adsorberet i den oprindelige renseribygningens gulve, vægge osv. (sinkbidrag). Det er yderst kompliceret at regne på sinkeffektens størrelse og forløb, idet der ikke foreligger tilstrækkelig og anvendelig viden om ad- og desorptionsprocessen og de styrende ratekonstanter størrelse til brug for beregninger i fuld-skala. Brug af litteraturværdier, som ikke har forbindelse med den aktuelle situation, kan føre til enten en underestimering af indeklimapåvirkningen eller til en overestimering og dermed risiko for uhensigtsmæssig brug af ressourcer til afværgeforanstaltninger. For en nærmere beskrivelse vedrørende sinkbidrag henvises til (Miljøstyrelsen 2002b) for beskrivelse af de tidlige variationer i poreluften henvises til (Miljøstyrelsen, 2006). Som udgangspunkt skal man derfor være opmærksom på, at der kan være væsentlige sinkbidrag i forbindelse med indeklimaet, men valg af afværgemetode skal ikke foretages på baggrund af risikoen for sinks. Dette skyldes som nævnt ovenfor, at det ikke er muligt på forhånd at estimere sinkbidraget. Derimod vurderes det, at spredningsvejene for forureningen ind i bygningen og efterfølgende rundt i bygningen er afgørende for valg af metode.

Såfremt der er tale om en bygning, der er påvirket af en udeluftforurening, vil der alene være mulighed for at foretage en afhjælpning af problemet ved at iværksætte luftrensning i bygningen, medmindre udeluftpåvirkningen er minimal, set i forhold til eventuelle øvrige påvirkninger. Hvis der er en kraftig udeluftpåvirkning, vil denne typisk stamme fra et idriftværende renseri. Derfor bør kilden til den kraftige udeluftpåvirkning påvises, og der skal iværksætte

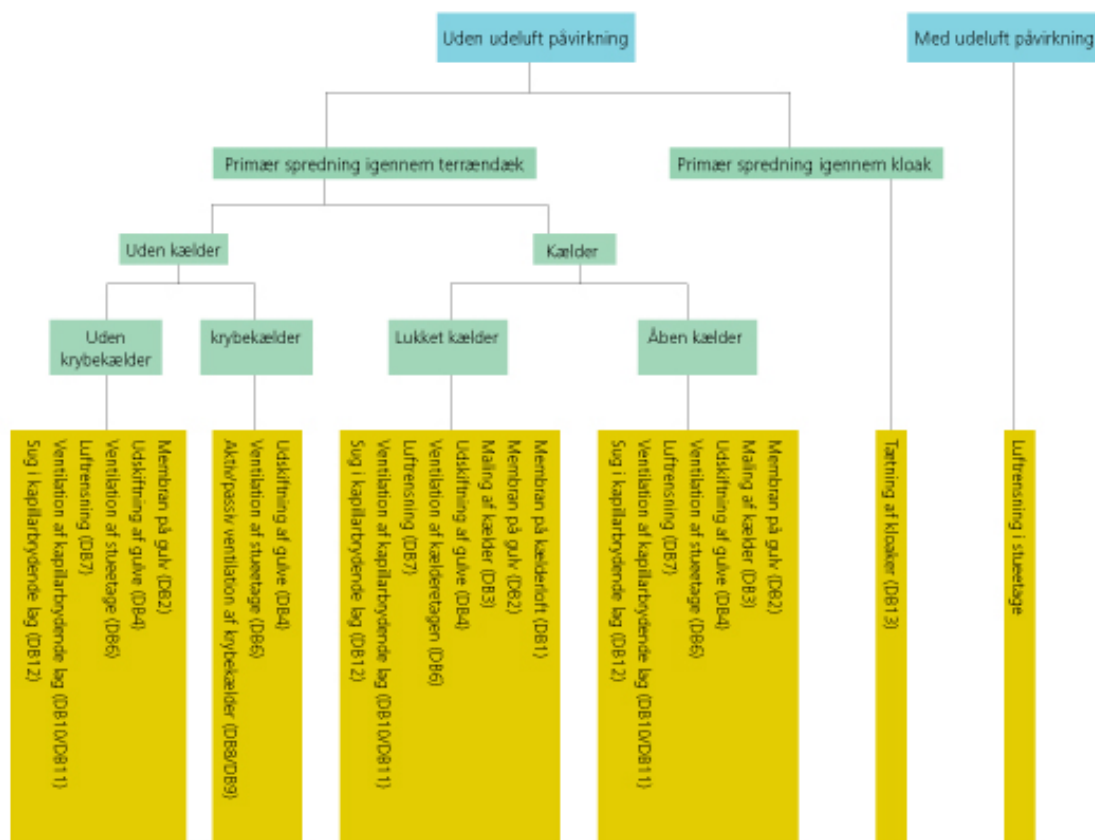
tiltag til at nedbringe denne påvirkning. Tiltag til at nedbringe udeluftpåvirkning er ikke medtaget i dette projekt.

Hvis bygningen derimod alene er påvirket af en poreluftforurening, der trænger ind gennem bygningens gulvkonstruktion, vil der være en række mulige afværgeløsninger. Den teknik, der i dette tilfælde vælges, vil i første omgang afhænge af de byggetekniske forhold.

Den primære spredningsvej er også af stor betydning ved valg af afværgeløsning. Derfor er valget af løsningen afhængig af, hvilken spredningsvej ind i bygningen der vurderes at være den primære. For at effektivisere sin løsning kan man kombinere løsningerne således, at man både dækker primære og sekundære spredningsveje.

Som hjælp i forbindelse med valg af metode kan anvendes flowdiagrammet i nedenstående figur 5.1.

Af flowdiagrammet figur 5.1 ses de overordnede betydende byggetekniske forhold skitseret, den primære spredningsvej og de deraf afledte mulige afværgeteknikker.



Tal anført i parentes refererer til det specifikke tekniknummer i henhold til tabel 6.1.

Figur 5.1 Byggetekniske forudsætninger – mulige afværgeteknikker

Af figur 5.1 vil det således eksempelvis for en bygning opført med en lukket kælder, hvor der ikke forekommer uacceptable udeluftpåvirkninger og bidrag

fra sinks, være muligt at etablere ”ventilation af kælderen” eller ”luftrensning af kælderen” som et effektivt tiltag.

Det vil her endvidere være muligt at etablere en lang række øvrige tiltag. En lukket kælder er her defineret ved en kælder uden direkte kontakt til stueetagen (eksempelvis det tilfælde, hvor kælder og stueplan er adskilt af en kælder-dør eller kælderlem).

Netop teknikkerne ”ventilation af kælderen” og ”luftrensning af kælderen” vil det også være muligt at etablere i en åben kælder, dog med en væsentlig usikkerhed omkring de mulige afværgeeffekter. De to teknikker er begge afhængige af, at der kan foretages en velkontrolleret ventilering, hvilket er vanskeligt at iværksætte, hvor kælderen er åben.

I bilag B er vedlagt en uddybende beskrivelse af mulige afværgeteknikker under forskellige forureningsmæssige påvirkninger og byggetekniske forhold. Bilag B indeholder de samme oplysninger som figur 5.1, men er suppleret med en beskrivelse af, hvad der vil være af mulige alternativer og en kort kommentering af, hvorfor disse alligevel oftest fravælges. Generelt gælder for både figur 5.1 og bilag B, at disse skal anvendes med omtanke, og at der kan opstå situationer, hvor det vil være relevant med flere ”indgange” i diagrammet, eksempelvis for bygninger, hvor der både er kælder og krybekælder. Et andet eksempel kan være, hvor en bygning både er påvirket af en udeluftpåvirkning og en poreluftforurening, men hvor poreluftforureningen er den dominerende. I et sådant tilfælde kan det være relevant at anvende teknikken opført under ”uden udeluftpåvirkning” på trods af udeluftpåvirkningen.

Ud over ovennævnte betydende forhold som ”byggeteknik” og ”påvirkningstype” vil en lang række øvrige byggetekniske forhold - og i visse tilfælde også geologiske forhold - være af afgørende betydning for valg af teknik. I bilag C1 er vedlagt en checkliste, der kan anvendes i forbindelse med den indledende besigtigelse og byggetekniske gennemgang af bygningen. Den byggetekniske gennemgang gennemføres helt eller delvist som beskrevet i bilag C1 afhængig af, hvilken teknik der umiddelbart vurderes relevant at anvende i den pågældende bygning. Den beskrevne byggetekniske gennemgang kan umiddelbart virke omfattende, men er i praksis relativt hurtig at gennemføre. Det anbefales derfor alene at foretage en reduceret gennemgang i de tilfælde, hvor beslutningsgrundlaget for valg af teknik på forhånd er veldokumenteret. Det anbefales samtidig, at den, der forestår den byggetekniske gennemgang, både har et godt kendskab til byggetekniske forhold og endvidere indgående kendskab samt en vis erfaring i forbindelse med valg og drift af afværgeforanstaltninger. Det tilrådes endvidere, at den byggetekniske gennemgang og den efterfølgende bearbejdning (valg, ”projektering” mv.) udføres af samme person eller nært samarbejdende personer. Det er således vigtigt, at besigtigelsen foretages af en, der har en god fornemmelse for det samlede projekt og er vant til at tænke i helheder i afværgemæssig sammenhæng.

Bilag C1 indeholder endvidere en beskrivelse af, hvad man skal være opmærksom på i forbindelse med vurdering og kortlægning af specifikke forureningskilder i, under og omkring bygningen.

Som et supplement til den byggetekniske gennemgang kan der i visse tilfælde endvidere være et behov for at foretage en mere eller mindre detaljeret vurdering af de byggetekniske forhold vedrørende bygningens tæthed (langs vægge, rørgennemføringer osv.) og dermed vurderinger af de mulige konvektive spredningsveje. I større bygninger med flere lejligheder vil spredningsforhol-

dene ofte være vanskeligere at overskue, og der kan derved her eksempelvis være behov for en nærmere gennemgang. Ved en sammenligning af analyse-resultater fra måling under gulv og indeklimamålinger kan der foretages en vurdering af dæmpningsfaktoren, sinkbidrag mv. Sådanne vurderinger kan ligeledes anvendes som en rettesnor for, hvornår der vil være behov for uddy-bende undersøgelser af spredningsvejene i bygningen. Observeres der eksem-pelvis en lav dæmpningsfaktor, bør beslutningsgrundlaget uddybes ved en nærmere gennemgang (Miljøstyrelsen, 2007).

For at belyse de konvektive indtrængningsveje i bygningen kan man vælge at udføre forskellige undersøgelser. Man kan bl.a. udføre målinger med en ppbRAE, som er en fintfølende PID-måler, man kan måle for thoron, som er naturligt forekommende i jord, eller man kan injicere en sporgas, som vil kun-ne detekteres med en gasmåler. (Miljøstyrelsens, under udarbejdelse 2011a og Miljøstyrelsens, under udarbejdelse 2011b).

I bilag C2 er vedlagt en kortfattet beskrivelse af en række særlige opmærksom-hedspunkter vedrørende vurderinger omkring bygningens tæthed. For en me-re detaljeret beskrivelse henvises til (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2010).

For en nærmere beskrivelse af de enkelte teknikker og særlige forhold for disse henvises til kapitel 6 og databladene vedlagt i bilag E.

6 Afværgekatalog

Kapitel 6 indeholder indledningsvis en skematisk oversigt over de teknikker, det vurderes relevant at anvende som tidlige indsats teknikker (jf. tabel 6.1).

Afværgeprincip	Teknik	
	Nr.	Betegnelse
Tætning af gulve	1	Membran på kælderloft
	2	Membran på gulv
	3	Maling af kælder
	4	Udskiftning af terrændæk
Rumventilation	5	Ventilation af kælderetage
	6	Ventilation af stueetage
Luftrensning	7	Luftrensning
Moderat ventilation af gulvkonstruktion	8	Ventilation af krybekældre (aktiv)
	9	Ventilation af krybekældre (passiv)
	10	Ventilation af kapillarbrydende lag (passiv med luftindtag)
	11	Ventilation af kapillarbrydende lag (aktiv med luftindtag)
	12	Sug af kapillarbrydende lag (aktiv uden luftindtag)
Tætning af kloakker	13	Tætning af kloakker

Tabel 6.1 Oversigt – afværgeprincipper og teknikker

Kapitel 6 indledes med en overordnet beskrivelse af hver af de enkelte teknikker - opstillet i skematisk form (forudsætninger, økonomi, effekt mv.). For hver teknik er der i skemaet henvist til en efterfølgende uddybende beskrivelse (bilag D-F).

Dernæst følger i kapitel 6.2 en kort introduktion i anvendelse af de tekniske datablade, der er vedlagt i bilag E. Hver enkelt teknik er teoretisk og teknisk beskrevet på hvert sit særskilte datablad og kan læses uafhængigt af hinanden. Udvalgte teknikker præsenteres endvidere ved eksempler, ligeledes på databladsform i bilag E.

Databladene er for nogle teknikker og eksempler, i bilag F, vedlagt supplerende materiale fra tidligere projekter. Eksempelvis kan der være vedlagt kopi af relevante tegninger fra detailprojekt (situationsplan for dræn, teknisk detalje osv.), procesdiagram, eventuelle komponentspecifikationer, produktblade mv. I forbindelse med opdateringen af afværgekataloget er produktbladene gennemgået og erstattet, hvor disse ikke længere findes. Endvidere er web-

delen opdateret med link, så man derved kan blive ledt direkte til producentens hjemmeside og datablad.

I kapitel 6.3 ses en beskrivelse og en kommentering af de måle- og analysemetoder, der typisk anvendes i forbindelse med dokumentation i afværge- og driftsfasen.

Sidst i kapitel 6.4 følger en overordnet miljø- og bæredygtighedsvurdering for tidlig indsatsteknikkerne. Kapitlet indeholder primært beskrivelser af negative effekter, hvor den samlede miljøprofil er præsenteret på de enkelte datablade.

6.1 OVERORDNET BESKRIVELSE - NØGLEDATA

For hver af de enkelte teknikker, der kan anvendes som en tidlig indsats, er der lavet en kort overordnet beskrivelse, præsenteret i skematisk form. Beskrivelsen indeholder følgende hovedpunkter:

- grundlæggende forudsætninger (af byggeteknisk- og geologisk art)
- robusthed
- forventede effekter
- minimumsdokumentation
- økonomi
- tidsforbrug under etablering og
- særlige opmærksomhedspunkter (under etablering og drift).

Et uddrag af beskrivelsen - omfattende hovedpunkterne robusthed, effekt, økonomi og særlige opmærksomhedspunkter - ses af nedenstående tabel 6.2, hvorimod den samlede beskrivelse er vedlagt i bilag D. Af tabellen ses det endvidere, hvorvidt de anførte forhold/vurderinger af effekt, priser osv. er baseret på en granskning blandt tidligere gennemførte afværgeprojekter (G), en feltafprøvning (F) eller er baseret på erfaringsmæssige og teoretiske vurderinger (V) uden specifik dokumentation.

Generelt er nøglebeskrivelsen udformet således, at den alene omtaler udvalgte emner af relevante forhold. Det er således vigtigt at anføre, at beskrivelsen derved alene er tænkt som en indledende orientering om relevante problemstillinger, tekniske forhold, økonomi osv.

Nr.	Afværgeprincip / teknik	1)	Ro- busthed	Effekt (%)	Økonomi ²⁾	Særlige opmærksomhedspunkter
1	Membran på kælderloft	V	Lille	10-50 %	60.000-80.000(e) 0 (d) 15.000 (m)	Indgreb vil være synligt i kælderrum. Ukorrekt montage af membran langs rørgennemføringer og vægge giver betydende lækage og dermed væsentligt nedsat effekt.
2	Membran på gulv	F	Moderat	10-50 %	45.000-100.000(e) 0 (d) 15.000 (m)	Ukorrekt montage af membran langs rørgennemføringer og vægge giver betydende lækage og dermed væsentligt nedsat effekt.
3	Maling af kælder	V	Lille	30-50 %	40.000-80.000(e) 0 (d) 15.000 (m)	Fugt i gulve og vægge giver vedhæftningsproblemer og dermed ringe holdbarhed og nedsat effekt.
4	Udskiftning af terrændæk	G	Moderat	20-80 %	150-200.000 (e) 0 (d) 15.000 (m)	Store beboergener under anlæg. Evt. spredning gennem kældervægge håndteres ikke ved indgrebet.
5	Ventilation af kælderetage	F	Stor	30-40 % (kælder) 80-95 % (overliggende stueetage)	20-50.000 (e) 1.200 (d) 15.000 (m)	Hvis fri luftbevægelse mellem lokalene ikke opretholdes, reduceres effekten væsentligt.
6	Ventilation af stueetage (uden kælder)	V	Moderat	30-60 %	Simpel 30.000 -50.000(e) 5.000 (d) 15.000 (m)	Dyr i drift pga. stort varmetab, medmindre der installeres en opvarmning af udeluften.
					Balanceret 100.000-150.000(e) 1.000 (d) 15.000 (m)	Hvis fri luftbevægelse mellem lokalene ikke opretholdes, reduceres effekten væsentligt.
7	Luftrensning	F	Stor	10-90%	Køb 10.000 kr. pr enhed. (e) Leje 375 kr. pr. md pr. enhed. (e) 3.200 pr. enhed (d) 15.000 (m)	Størst effekt, når udeluft er uforurenset Moderate støjgener. Hvis fri luftbevægelse mellem lokalene ikke opretholdes, reduceres effekten væsentligt. Renseenhed kan uden tilpasning genanvendes.
8	Ventilation af krybekældre (aktiv)	G	Stor	20-90 %	20-50.000 (e) 3.000 (d) 15.000 (m)	Forkert placering af afkast giver risiko for indsugning af forurenset luft i bygningen. Ventilationsanlæg kan genanvendes
9	Ventilation af krybekældre (passiv)	V	Stor	10-95 %	20-50.000 (e) 0 (d) 15.000 (m)	Effekt afhænger af vindforhold. Ukorrekt placering af vindhætte giver nedsat effekt
10	Ventilation af kapillarbrydende lag (passiv med luftindtag)	G	Moderat	10-95 %	100-300.000 (e) 0 (d) 15.000 (m)	Effekt afhænger af vindforhold. Ukorrekt placering af vindhætte giver nedsat effekt. Effekt afhængig af beskaffenheden af det kapillarbrydende lag
11	Ventilation af kapillarbrydende lag (aktiv med luftindtag)		Stor	50-95 %	100-300.000 (e) 2.000 (d) 15.000 (m)	Effekt afhængig af beskaffenheden af det kapillarbrydende lag
12	Sug i kapillarbrydende lag	G	Stor	Op til 99%	100-200.000 (e) 2.000 (d) 1 5.000 (m)	Effekt afhængig af beskaffenheden af det kapillarbrydende lag
13	Tætning af kloakker	G	Stor	70-99 %	5-75.000 (e) 0 (d) 15.000 (m)	Etableres typisk som supplement

1): G (granskning), F (feltprøvnings), V (vurdering).

2): Økonomi: (e): Etablering, (d): drift, (m): monitorering.

Tabel 6.2 Overordnet beskrivelse - nøgledata (uddrag af bilag D)

Beskrivelsen indeholder indledningsvis en beskrivelse af, hvilke grundlæggende forudsætninger der skal være opfyldt for at kunne gennemføre den enkelte teknik (ses af bilag D). Eksempelvis er det en grundlæggende forudsætning, at der ikke er problemer med indtrængning af grundvand/jordfugt i vægge og gulve, når der ønskes foretaget maling af kældergulve og -vægge.

For hver enkelt teknik er der endvidere foretaget en vurdering af teknikkens robusthed. Der sonderes imellem ”stor”, ”moderat” og ”mindre” robusthed. En ”mindre robusthed” antyder, at der for den pågældende teknik vil være en del særlige forudsætninger, der skal være opfyldt for at opnå en god effekt. Omvendt betyder ”stor robusthed”, at kun et relativt mindre antal særlige forudsætninger skal være opfyldt for, at projektet vil kunne gennemføres med succes. Denne type projekter er ligeledes behæftet med mindre uforudsigelighed.

Erfaringstal for opnåede effekter er ligeledes anført i den overordnede beskrivelse.

Den samlede beskrivelse i bilag D indeholder endvidere oplysninger om, hvilken målemetode der for den enkelte teknik typisk anvendes som dokumentation under drift, samt med hvilken hyppighed denne udføres med det første driftsår. Det samlede antal målinger omfatter alt fra målinger før opstart (1 runde), indkøring (typisk 2 runder) og målinger under drift (typisk ingen eller evt. 1 runde).

For hver teknik er anført en række økonomiske nøgletal for omkostninger til henholdsvis etablering og drift og monitoring i det første driftsår. Udgifterne til monitoring vil for de eventuelt efterfølgende driftsår typisk kunne reduceres væsentligt. De samlede udgifter er specificeret for tiltag, etableret i en almindelig bolig standardstørrelse ca. 100-120 m² (ét plans hus) og 40-70 m² (2-3 plan). Det bør bemærkes, at for afværgeprincipperne ”luftrensning” og ”kraftig terrænnær ventilation” er indeholdt relativt store udgifter til indkøb af ”udstyr” (luftrenseenhed og mobilt ekstraktionsanlæg). Hovedparten af disse udgifter kan imidlertid afskrives over flere lokaliteter, da ”udstyret” nemt og uden tilpasning senere kan genanvendes på andre lokaliteter. Endvidere skal det bemærkes, at teknikker, hvor afværgeprincippet ”rumventilation” anvendes, vil give anledning til et ekstra varmetab. Denne udgift er ikke indeholdt i tabellen og bilaget, men er nærmere omtalt i de enkelte datablade. I bilag D ses endvidere et overslag over det forventede tidsforbrug til etablering.

Afslutningsvis er anført, hvilke særlige forhold der gør sig gældende for den enkelte teknik (”særlige opmærksomhedspunkter”). Eksempelvis skal man være opmærksom på, at opstilling af luftrensere direkte i de beboede lokaler kan give væsentlige støjgener eller eksempelvis, at effekten af en passiv ventilation i det kapillarbrydende lag varierer markant, afhængig af hvor meget det blæser osv. I bilag D er alene anført et udvalg af de emner, for hvilke der skal udvises særlig opmærksomhed, hvorimod der på hvert enkelte datablad er opført samtlige relevante opmærksomhedspunkter.

6.2 DATABLADE

De enkelte teknikker listet i tabel 6.1 er beskrevet på særskilte tekniske datablade (vedlagt i bilag E) og kan læses uafhængigt af de øvrige datablade.

Hvis der er dokumentation for afprøvning af teknikken, er der supplerende præsenteret et eller to eksempler. Databladene er overordnet nummereret fra DB1 til DB13 og således, at eventuelle eksempler/cases er nummereret med en efterfølgende undernummerering (DB1.1 osv.). I nedenstående tabel 6.3 ses en samlet skematisk præsentation, hvor teknikkerne er grupperet efter afværgeprincip.

Afværgeprincip	Teknik		Data- grund- lag ¹⁾	Datablad (teknik)	Datablad (case)	Projekttitler ²⁾
	Nr.	Betegnelse				
Tætning af gulve	1	Membran på kælderloft	V	DB 1	Ingen	
	2	Membran på gulv	V	DB2	Ingen	
	3	Maling af kælder	V	DB3	Ingen	
	4	Udskiftning af terrændæk	G	DB 4	DB 4.1	Gåskærgade 23 SA
Rumventilation	5	Ventilation af kælderetage	F	DB 5	DB 5.1	Lindevej 29 FA
	6	Ventilation af stueetage	V	DB 6	Ingen	
Luftrensning	7	Luftrensning	F	DB 7	DB 7.1	Grønnegade 39 FA
					DB 7.2	Lykkeshåbs Allé FA
Moderat ventilation af Gulvkonstruktion	8-12	Ventilation af krybekældre (aktiv)	G	DB 8	DB 8.1 DB 8.2	Margårdsvej 26 FA Nørregade 88 RA
		Ventilation af krybekældre (passiv)	V	DB 9	Ingen	
		Ventilation af kapillarbrydende lag (passiv med luftindtag)	G	DB 10	DB 10.1 DB 10.2	Ridepladsen 3 SA Vestergade 62 SA
		Ventilation af kapillarbrydende lag (aktiv med luftindtag)	G	DB 11	DB 11.1	Nygårdsvej 42B RA
		Sug i kapillarbrydende lag (aktiv uden luftindtag)	G	DB 12	DB 12.1	Hus nr. 4185 FR
Kloakker	13	Tætning af kloakker	V	DB 13		

1): G(granskning), F (feltafprøvning), V (vurdering).

2) FA Fyns Amt, SA Sønderjyllands RA Ribe Amt, VA Viborg Amt, FR Forskningscenter Risø

DB-11 er henvisning til relevant datablad, her teknisk beskrivelse af teknik nr. 11

DB-11.1 er henvisning til relevant datablad, her en case vedrørende teknik nr. 11

Tabel 6.3 Oversigt – datablade

Af tabellen ses det endvidere, hvorvidt de enkelte datablade er udarbejdet på baggrund af en granskning blandt tidligere gennemførte afværgeprojekter (G), en feltafprøvning (F) eller er baseret på erfaringsmæssige og teoretiske vurderinger (V) uden specifik dokumentation.

Både de tekniske datablade og de eventuelle cases er opdelt i 9 punkter og er struktureret ens for alle de beskrevne teknikker.

De tekniske datablade er opdelt i følgende punkter:

- Funktion (teori, princippet og overordnede retningslinier)
- Anlæg (anlægstekniske specifikationer)
- Effekt (teori og erfaringstal)
- Miljøprofil (negative og positive effekter)
- Etablering (specifikationer vedrørende etablering)
- Drift (indkøring, justering, vedligeholdelse mv.)
- Monitorering (målemetoder og prøvetagningsfrekvenser)

- Økonomi (etablering, drift og monitoring)
- Særlige opmærksomhedspunkter.

Eventuelle cases er opdelt i følgende punkter:

- Forureningsscenario (niveauer mv.)
- Formål
- Bygning (byggetekniske detaljer)
- Afværge (anlægstekniske specifikationer)
- Dokumentation (målemetoder)
- Effekt
- Tilsyn og monitoring (detaljer)
- Tid (administration, anlæg og drift)
- Økonomi (etablering, drift og monitoring).

Endvidere er der på begge databladstyper foretaget en sammenfattende vurdering af teknikken.

På databladene henvises nederst til relevante bilag, der er vedlagt i bilag F (detailmateriale). Bilagene er opdelt teknikvis og er for hver teknik vedlagt nogenlunde ensartet materiale (fotos, tegningsmateriale, evt. udbudsmateriale, evt. produktbeskrivelse mv.). De vedlagte fotos viser f.eks., hvilken type bygning tiltaget er anvendt i (ældre bygning, nyere parcelhus osv.). Det vedlagte tegningsmateriale er f.eks. en detaljeret situationsplan til illustration af, hvad der kan være behov for i udbudsfasen, et procesdiagram for ekstraktionsanlægget, en detailtegning af et prøvetagningssted osv. Det vedlagte tegningsmateriale indebærer i visse tilfælde supplerende oplysninger om de enkelte eksempler. Materialet er dog primært tiltænkt i forbindelse med ”kommende udbud” og indeholder eksempler på tidligere anvendte detaljeringsgrader af f.eks. tegningsmaterialet. Endvidere indeholder materialet tekniske detaljer også af relevans for ”kommende udbud”. Disse detaljer er ikke intakte i forhold til det eksisterende afværgekatalog. Produktblade præsenterer typisk detaljer vedrørende valgte ventilatorer, vakuumpumper, vindhætter, membraner mv. Disse produktblade er opdaterede med nye tilsvarende produkter. Dette bilag indeholder derved vigtige oplysninger i forbindelse med f.eks. ”projektering” og etablering. Eksempelvis i forbindelse med etablering af en ventilation i en kælder er det relevant at kende specifikationerne (ventilationskapacitet, strømforbrug, størrelse, støjniveau mv.) fra tidligere anvendte ventilatorer. Ofte kan samme type anvendes i andre projekter, hvorved projekteringen på dette punkt kan begrænses til ”et genvalg” af samme komponenttype. I etableringsfasen er det ligeledes af betydning at kende de nøjagtige mål, f.eks. på en ventilator, der skal monteres i en kældervæg eller et kældervindue. Endvidere er det nødvendigt at kende detaljer vedrørende strømforsyning osv. De vedlagte produktspecifikationer (produktblade) er medtaget som eksempler på materialer/produkter, der kan anvendes i forbindelse med etablering af den enkelte afværgeløsning. Det skal dog bemærkes, at der i de fleste tilfælde findes andre alternative produkter på markedet, der opfylder de samme kravspecifikationer (ydelser, tilbageholdelsesevne osv.).

Alle priser anført på databladene er ekskl. moms, prisniveau 2011 (Priser i cases er ikke fremskrevet til 2011 niveau). Monitoring indeholder udgifter til analyser.

De enkelte datablade ses af bilag E og er indsat i den rækkefølge, de er anført i, se tabel 6.3.

6.3 DOKUMENTATION (DRIFT)

6.3.1 Formål

Overordnet set har monitorering i driftsfasen til formål at belyse, om der opnås den ønskede effekt ved det iværksatte tiltag. Endvidere har monitoreringen til formål at tydeliggøre, om afværgen teknisk set fungerer efter hensigten.

Det er dog vigtigt, som for undersøgelsesfasen, at delformål med monitoreringen formuleres klart og entydigt.

Generelt vil det være kendetegnende for den tidlige indsats, at der alene gennemføres en sparsom overvågning og monitorering. Et overdimensioneret monitoreringsprogram vil hurtigt få stor økonomisk vægt i det samlede regnskab og kan derved nemt forvrænge billedet således, at foranstaltningen ikke længere, som ønsket, er omkostningslav.

Omvendt er det påkrævet nøje at overveje, hvad der som minimum skal til for at dokumentere, at tiltaget har den ønskede effekt. Monitoringsprogrammet sammensættes ofte med en mere ”intens” overvågning - eksempelvis det første halve til hele år, hvorefter der foretages en minimal overvågning, planlagt således, at der kan foretages udvidelser i flere tempi, afhængig af ”driftssignalet” fra de igangværende aktiviteter.

Hvis eksempelvis resultater fra en prøvetagning på afkastet fra en passiv ventilation pludselig ændrer karakter (stigende indhold/faldende indhold), kan der i første omgang suppleres med en flowmåling i afkastrøret for at dokumentere, at der fortsat er det ønskede flow og dermed den ønskede luftudskiftning under gulvet. Hvis forholdene her er stabile, kan det stigende indhold være et udtryk for, at indholdet under gulvet af ukendte årsager er forhøjet i forhold til indkøringsperioden, hvilket for eksempel kan skyldes grundvandsspejlets variationer og dermed ændrede forhold for frigivelse af forureningskomponenterne til gasfasen. Teknikken vurderes derved at fungere som forventet. Monitoreringen udvides efterfølgende til at omfatte indeklimamålinger for at undersøge, om den igangværende foranstaltning har en tilstrækkeligt afværgende effekt under de ændrede forureningsforhold.

Generelt forudsættes det for alle teknikker, at der foreligger dokumenterende målinger før opstart, der kan anvendes som en del af vurderingsgrundlaget i driftsfasen (referenceværdier).

Generelt gælder endvidere, at der i indkøringsfasen dels foretages en kontrol af, om tiltaget har den ønskede effekt, hvorved forureningsniveauet nedbringes til et tåleligt niveau og dels som en kontrol af den tekniske funktion. Det skal bemærkes, at det ikke altid er et mål i sig selv for den tidlige indsats at opnå et niveau under det gældende acceptkriterium, da disse projekter ofte iværksættes for at ”tage toppen”, mens undersøgelses- og projekteringsarbejdet færdiggøres for et endeligt og mere omfattende indgreb.

Da tilsyns- og monitoringsaktiviteter, ud over indkøringsperioden, har et meget begrænset omfang (typisk ét årligt tilsyn), kan det være en stor fordel, i det omfang det er muligt, at grundejere og/eller brugere i et vist omfang er aktive deltagere i den efterfølgende proces. For at skabe et seriøst grundlag for dette, er det en forudsætning, at ejere/brugere af de enkelte ejendomme forinden er velorienterede og i et vist omfang har været inddraget i den forudgående periode/proces. Derved kan der skabes grundlag for, at ejere/brugere får en interesse for projektet og føler ansvarlighed for at orientere, hvis der foretages væsentlige ændringer i ejendommens brugsmønster, byggetekniske ændringer og/eller, hvis der observeres driftsstop af f.eks. vindhætte/ventilator eller lign.

6.3.2 Konceptuel model

Som for undersøgelsesfasen er det vigtigt nøje at tilrettelægge den monitorering, der skal udføres i driftssituationen.

Den konceptuelle model fra undersøgelsesfasen bør overvejes videreført og tilpasset driftsfasen. For projekter anvendt som led i en tidlig indsats, og dermed ofte som simple midlertidige tiltag, vil den konceptuelle model ofte være simpel og kan eventuelt undlades. Det skal dog bemærkes, at enkelte af de tiltag, der kan anvendes i en tidlig indsats, faktisk har en oprensende effekt, hvorved forureningsbilledet over tid ændres.

6.3.3 Metoder - anvendelighed og sårbarhed

Som nævnt i kapitel 4.4 er det vigtigt, at såvel undersøgelses- som monitoringsresultater under drift fremstår som troværdige og robuste resultater.

Feltundersøgelser af forureninger med flygtige chlorerede opløsningsmidler kan være forbundet med væsentlige metodiske usikkerheder. Stoffernes særegne karakteristika vanskeliggør udtagning af repræsentativt prøvemateriale og stiller en række særlige krav til prøveudtagningsproceduren, prøveopbevaring og efterfølgende håndtering under analysearbejde. Endvidere kan selve *prøvetagningstidspunktet* spille en meget væsentlig rolle.

For en nærmere beskrivelse af relevante problemstillinger mv. henvises til kapitel 4.4.2.

Der vil i hvert enkelt tilfælde være flere verifikationsmuligheder for bekræftelse af de påviste indhold ved indeklimamåling, traditionel poreluftmåling under gulv, passiv opsamling i afkastluft fra ventilationsdræn osv., og det er vigtigt i tvivlstilfælde, eller når der planlægges radikale ændringer, at foretage en granskning af, hvorvidt en verifikation ved inddragelse af alternative metoder er relevant.

På de enkelte datablade i bilag E ses både for den generelle beskrivelse og de eventuelle eksempler en uddybende beskrivelse af de specifikke tilsyns- og monitoringsaktiviteter.

6.4 MILJØVURDERING

6.4.1 Generelt

I forbindelse med udarbejdelsen af afværgekataloget er der foretaget overordnede miljøvurderinger for afværgeløsningerne.

Ved en overordnet miljøvurdering indgår vurderinger af de belastninger og gevinster, som gennemførelsen af et afværgeprojekt medfører. I valg af afværgemetode og stopkriterium bør der overordnet set være en proportionalitet mellem miljøbelastningerne og den forventede miljøgevinst.

Miljøbelastningerne omfatter påvirkninger fra anlægsaktiviteter og materialeforbrug, der indgår i henholdsvis etablerings-, drifts- og demonteringsfasen. Påvirkningerne herfra kan umiddelbart beskrives kvalitativt som et forbrug af energi- og materialeråstoffer, emissioner til luft og vand samt påvirkninger af arbejdsmiljø og naboer.

Såfremt der ønskes en højere dateringsgrad (detaljeret miljøvurdering), kan der foretages en viderebearbejdning, hvor kvantificerbare belastninger inddrages i et LCA værktøj (Livscyklus analyse værktøj som f.eks. Life 2000), (Banestyrelsen 2000). I dette projekt er dog alene foretaget en overordnet miljøvurdering, da belastningerne fra starten er vurderet som værende relativt små. Omfanget af miljøvurderingen vil naturligvis altid skulle tilpasses de iværksatte specifikke tiltag.

Under de enkelte datablade i bilag E ses en samlet miljøprofil, hvor såvel kvantitative som kvalitative miljøbelastninger er medtaget. I miljøprofilen er medtaget udvalgte parametre, repræsenterende de relativt største miljøbelastninger. Hvorvidt de også i det enkelte tilfælde er de væsentligste, skal vurderes fra sag til sag, f.eks. i lyset af lokalitetens/områdets følsomhed over for emissioner fra f.eks. støj og forurenet afkastluft.

6.4.2 Belastninger

Generelt indebærer de beskrevne afværgeforanstaltninger kun et mindre materialeforbrug og en begrænset anlægsteknisk aktivitet, hvorfor de affødte belastninger i reglen er relativt begrænsede. Afværgeforanstaltninger, der indebærer en aktiv drift af anlæg eller tilknyttede aktiviteter, eksempelvis ved drift af ventilator eller omfattende kørselsaktivitet til tilsyn, vil i reglen give anledning til de relativt største miljøpåvirkninger som følge af energiforbruget.

Den samlede belastning må dog generelt siges at indebære en begrænset negativ effekt på miljøet, set i et større perspektiv.

6.4.3 Gevinster

De miljømæssige gevinster ved de beskrevne teknikker er meget sammenlignelige. For alle teknikker forbedres indeklimaet ved reduktion af forureningspåvirkninger. Der er dog forskel på, dels hvor stor effekt de enkelte tiltag på forhånd vurderes at have, og dels hvilken sikkerhed for god effekt der er forbundet med de enkelte løsninger. Nogle teknikker forbedrer endvidere det generelle indeklima (bedre luftskifte), og ved andre igen foretages endvidere en lokal oprensning, således at foranstaltningen ikke er varig. Belastningerne i driftsfasen er dermed heller ikke varige, hvilket ligeledes betragtes som en positiv effekt.

Afværgeteknikkerne vurderes samlet set alle at være miljømæssigt hensigtsmæssige, når både kvantitative og kvalitative, henholdsvis negative og positive miljøeffekter sammenlignes. Mål og kriterier vurderes således at kunne opfyldes med begrænsede økonomiske midler, uden et væsentligt forbrug af mineraler og brændstof og med relativt små emissioner til luft og vand. Endelig indebærer teknikkerne alle en begrænset påvirkning af beboernes sociale og psykiske miljø.

7 Referencer

- (Amternes Videncenter for Jordforurening 2001) Håndbog for undersøgelser af chlorerede stoffer i jord og grundvand, Teknik og administration.
- (Amternes Videncenter for Jordforurening 2002a) Indeklimapåvirkning fra forurenede grunde – modelberegninger og indeklimamålinger.
- (ATV Jord og grundvand 2000) Miljørigtig oprensning af forurenede grunde.
- (ATV Jord og grundvand 2001) Afværgetiltag – den bedste løsning for både grundejere, samfund og miljø?
- (ATV vintermøde om jord- og grundvandsforurening 2002) Risikovurdering af indeklima som følge af jord- og grundvandsforurening. Eliminering af uønskede bidrag.
- (Banestyrelsen Rådgivning 2000) Miljørigtig projektering af forurenede jord og grundvand. Metodebeskrivelse. HOH Vand og Miljø A/S, NIRAS. Februar 2000.
- (Bolig- og Byministeriet 1998) Bygningsreglement for småhuse.
- (BRE 2003). Radon Solutions Sump Systems. UK Building Research Establishment, 2003.
- (By og Byg, Statens Byggeforskningsinstitut 2002) Ventilationsmålinger med passiv sporgasteknik på Fyn.
- (Bygge- og Boligstyrelsen 1993) Vejledning. Undersøgelse af lufttæthed i bygningskonstruktioner.
- (Bygge- og Boligstyrelsen 1994) Vejledning. Måling af stoffer i indeluften for forurening i jorden.
- (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2010) Bygningsreglement, 2010
- (Forskningscenter Risø 1997) Radon-95. En undersøgelse af metoder til reduktion af radonkoncentrationer i danske enfamiliehuse.
- (Fyns Amt, 2002a) Notat. Tidlig indsats, Afværge af moderate indeklimapåvirkninger med chlorerede opløsningsmidler, 19. februar 2002.
- (Fyns Amt, 2002b) Notat. Tidlig indsats, Afværge af moderate indeklimapåvirkninger med chlorerede opløsningsmidler, 19. marts 2002.
- (Miljøstyrelsen 1990) Vejledning fra Miljøstyrelsen. Begrænsning af luftforurening fra virksomheder, nr. 6 1990.
- (Miljøstyrelsen 1995a) Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr. 12 1995, Toksikologiske kvalitetskriterier for jord og grundvand.

(Miljøstyrelsen 1995b) Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr. 18, 1995, Feltmetoder til jordforurening.

(Miljøstyrelsen 1996) Orientering fra Miljøstyrelsen, nr. 15 1996, B-værdier.

(Miljøstyrelsen 1998a) Vejledning fra Miljøstyrelsen. Oprydning på forurenede lokaliteter – hovedbind og appendiks, nr. 6 og 7 1998.

(Miljøstyrelsen 2001a) Miljøprojekt nr. 646 2001. Måling af indtrængning af gasformige forbindelser fra forurenede jord til indeluft: Folie-metoden, Del 1 og 2.

(Miljøstyrelsen 2001b) Miljøprojekt nr. 651 2001. Dokumentation af interne og eksterne kilder til tetrachlorethylen i boliger.

(Miljøstyrelsen 2002a) Projekt for bedre information på boliggrunde med indeklimapåvirkninger fra chlorerede opløsningsmidler.

(Miljøstyrelsen 2002b) Miljøprojekt nr. 673, 2002. Dokumentation af sinkeffekter for tetrachlorethylen. 2002

(Miljøstyrelsen, 2006) Miljøprojekt nr. 1094, 2006. Poreluftprojekt - Styrende parametre for tidlige variationer af indholdet af klorerede opløsningsmidler i sand- og lerjorde.

(Miljøstyrelsen 2007) Miljøprojekt nr. 1147, 2007. Håndbog – Byggetekniske afværgeforanstaltninger i forbindelse med byggeri på forurenede lokaliteter, 2007.

(Miljøstyrelsen 2010a) Miljøprojekt nr. 1340, 2010. Laboratorieundersøgelser af luftrenseres effektivitet overfor tetrachlorethylen, 2010

(Miljøstyrelsen, 2010b) miljøprojekt nr. 1348, 2010. Erfaringsopsamling – Passiv ventilation under huse, 2010.

(Miljøstyrelsen, 2010c) Miljøprojekt nr. 1352, 2010. Sporgasundersøgelser til fastlæggelse af aktive transportveje til indeklimaet, 2010.

(Miljøstyrelsen, 2010d) BEK nr. 80 af 11.01.2010. Bekendtgørelse om etablering og drift af renserier.

(Miljøstyrelsens, under udarbejdelse 2011a). Metode til sporing af indtrængningsveje for poreluft til indeklima.

(Miljøstyrelsens, under udarbejdelse 2011b). Thoronmålinger til identifikation af indtrængningsveje fra poreluft til indeklima

(SIS 2001) Radon i danske boliger. Kortlægning af lands-, amts- og kommuneværdier. Statens Institut for Strålebeskyttelse, RISØ, 2001.

(Statens Byggeforskningsinstitut 1992) Passiv sporgasmetode til ventilationsundersøgelser. Beskrivelse og analyse af PFT-metoden.

(Statens Institut for Strålehygiejne 1987) Radon – boliger – strålingsdosis - lungekræftisiko. Sundhedsrisiko.

- (Sundhedsstyrelsen, Statens Institut for Strålehygiejne 2001) Radon i danske boliger. Kortlægning af lands- amts- og kommuneværdier. Januar 2001
- (Sundhedsstyrelsen, Risø 2001) Radon i danske boliger. Kortlægning af lands-, amts- og kommuneværdier.
- (United States Environmental Protection Agency 1988) Radon reduction technical Guidance, second edition.
- (United States Environmental Protection Agency, Indoor Air-Radon 1997) Radon and Natural Ventilation in Newer Danish single-Family Houses.
- (Videncenter for Jordforurening, 2007). Undersøgelse af passiv ventilation af det kapillarbydende lag. Teknik og Administration. Nr. 2 2007.
- (Videncenter for Jordforurening, 2010a). Indeklimasager – strategier og gode råd til undersøgelser. Teknik og Administration. Nr. 3 2010.
- (Videncenter for Jordforurening, 2010b). Risikosammenstilling i forbindelse med indeklimasager- Teknik og Administration. Nr. 4 2010.
- (WHO 2009). WHO Handbook on Indoor Radon, a public health perspective. World Health Organization, 2009.

Bilagsoversigt

Bilag A:	Spredningsveje – chlorerede opløsningsmidler
Bilag B:	Flowdiagram til valg af afværgeteknik
Bilag C:	Checklister C1: byggeteknisk gennemgang C2: Spredningsveje i bygningen
Bilag D:	Nøglebeskrivelse
Bilag E:	Datablade for de enkelte afværgeteknikker og cases
Bilag F:	Detailmateriale for de enkelte afværgeteknikker og cases

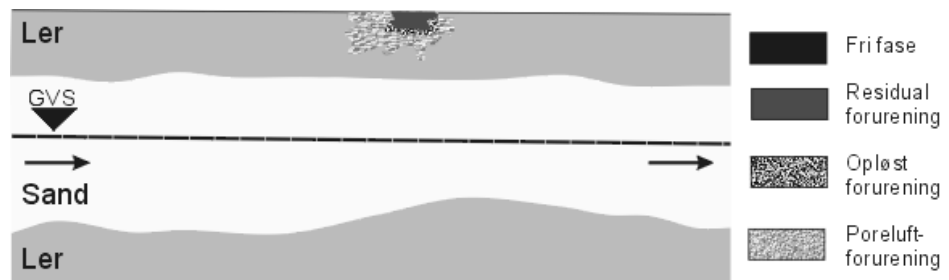
Bilag A:

Spredningsveje – chlorerede opløsningsmidler

Spredningsveje – chlorerede opløsningsmidler

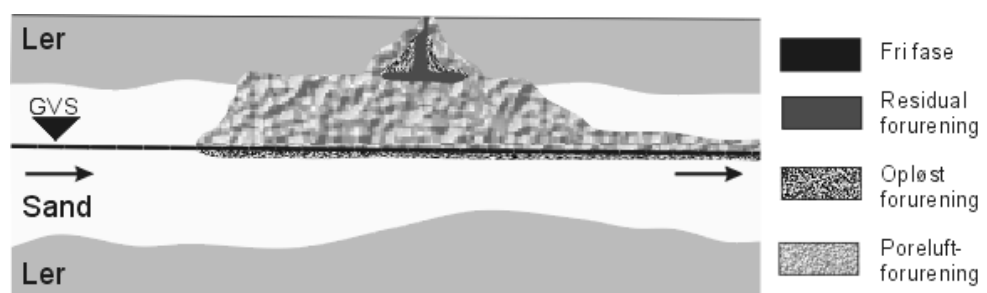
I nedenstående beskrivelse ses en detaljeret beskrivelse af de mulige spredningsveje. Beskrivelsen omfatter 4 typiske forureningssituationer for forskellige jordlagsforhold og forureningsomfang – fra mindre spild til meget store spild.

De enkelte eksempler er illustreret ved spild med PCE, da dette ofte er den mest betydende forureningskomponent. Spredningsmønsteret gælder endvidere for de øvrige gængse chlorerede opløsningsmidler, herunder eksempelvis TCE, dichlor-methan osv.



Figur 3.1 Konceptuel model. Meget begrænset spild.

I figur 3.1 er situationen med en meget begrænset mængde fri fase eller en mindre mængde opløst PCE spildt ved terræn skitseret. En del af forureningen er fordampet til atmosfæren, og en del er trængt ned i de terrænnære jordlag (i dette tilfælde ler) gennem ormegange, rodhuller mv. Fra disse direkte spredningsveje er forureningen trængt ud i leren ved diffusion eller ved opløsning af fri fase samt blanding af opløst forurening i jordens porevand. Eventuel oprindelig fri fase er diffunderet ud i leren og optræder nu som residual jordforurening. Fordampning af PCE fra den residuale jordforurening samt fra opløst forurening i porevandet danner en poreluftforurening i den omkringliggende jordluft. Som følge af den lave pneumatiske ledningsevne i leren er udbredelsen heraf meget begrænset. Forureningen vil med tiden overføres til atmosfæren ved afdampning eller udvaskes til dybereliggende jordlag med infiltrerende regnvand.



Figur 3.2 Konceptuel model. Moderat spild.

I figur 3.2 er situationen med en moderat mængde fri fase eller opløst PCE spildt ved terræn, skitseret. Den væsentligste del af forureningen er trængt ned i den umættede zone gennem ormegange, rodhuller, sprækker eller sandede partier i leren mv. På figuren har forureningen nået underkanten af lerlaget, og den videre nedtrængning af fri eller opløst forurening er begrænset af, at de kapillære kræfter, der fastholder væsken i porerne, er større i leren end i det underliggende sand, som har større porer. Spildet har ikke været tilstrækkeligt til at opbygge en væskesøjle i leren af en tilstrækkelig størrelse til, at denne kapillære modstand har kunnet overvindes. Den væskeformige forurening er derimod udbredt langs undersiden af leren.

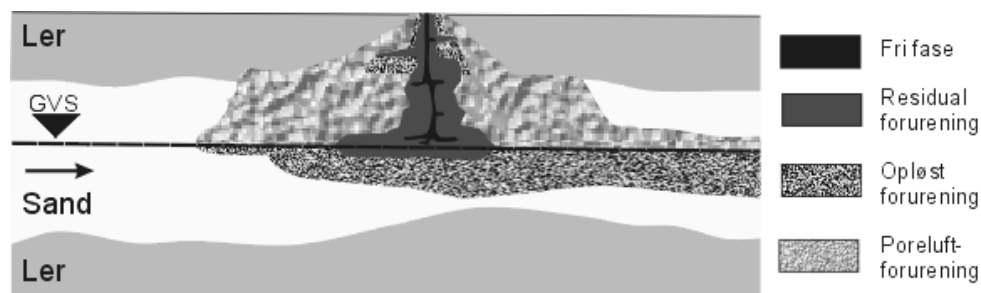
Som beskrevet under figur 3.1 er forureningen fra de direkte nedslivningsveje spredt diffusivt ind i leret således, at der ikke længere optræder fri fase i jordlagene. Fra residual og opløst forurening udbredes en poreluftforurening, dels i leret og dels i det underliggende sandlag.

I sandlaget opnår poreluftforureningen en relativt stor udbredelse som følge af dette lags store porer og lave residuale vandindhold, hvilket giver en høj ledningsevne for luft.

Fra poreluftforureningen i det umættede sand opløses gasformige forureningskomponenter i kapillarzonen (toppen af grundvandszonen).

Ved ligevægt er denne fasefordeling beskrevet ved henrys konstant for forureningskomponenten. Denne opløsning medfører, at der dannes en grundvandsforurening, som udbredes fra kildeområdet med den naturlige strømning i magasinet.

Fra grundvandsfanen kan der igen ske en afdampning af forureningskomponenter til poreluften i den umættede zone. Med tiden vil forureningen i leret således afdampe til poreluft og spredes fra lokaliteten på gasform eller som opløst forurening. Den egentlige og vedvarende kilde til forureningen er lokaliseret i leret. Tidshorisonten for fordampning og udvaskning af forureningen vil være adskillige årtier.

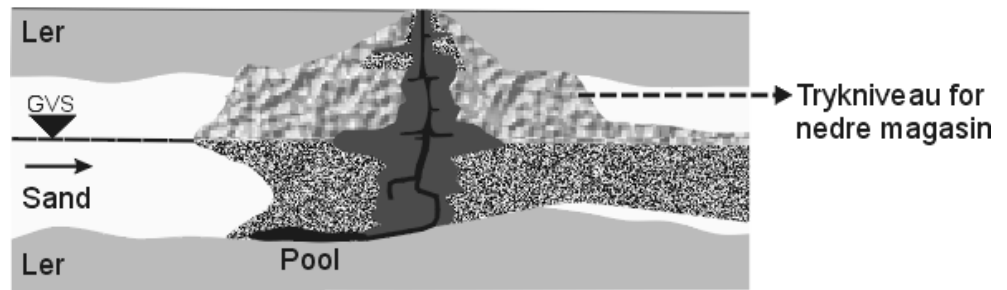


Figur 3.3 Konceptuel model. Mellem stort spildevand.

Figur 3.3 illustrerer forureningssituationen, hvor der er sket spildevandsspil ved terrænet med en betydelig mængde fri fase PCE (flere liter eller mere). På figuren er forureningen trængt ned i den umættede ler, har gennembrudt den kapillære barriere mellem leret og det underliggende sand og er fortsat ned i sandet. Forureningen har truffet toppen af grundvandszonen (kapillarzonen). I denne zone er vandet fastholdt i porerne af kapillære kræfter, og vandets polaritet medfører, at der kræves et vist tryk for at fortrænge vandet fra porerne. I tilfældet her har mængden af den spildte forurening ikke været stor nok til, at der har kunnet opbygges en tilstrækkelig væskesøjle af fri fase til at fortrænge vandet fra porerne, og den vertikale spredning af forureningen er standset. Til gengæld er der sket en horisontal udbredelse af fri fase i toppen af kapillarzonen. Mængden af spildt fri fase er dog tilstrækkelig til, at der trods diffusion, opløsning og fordampning stadig er fri fase i jordmiljøet, selv mange år efter spildet.

Spredningsmekanismerne for opløst og gasformig forurening er i øvrigt som beskrevet for figur 3.2.

I figur 3.3 er den væsentligste del af forureningskilden lokaliseret i leret samt i toppen af grundvandszonen. Tidshorisonten for fordampning og udvaskning af forureningen vil være adskillige årtier eller århundreder.



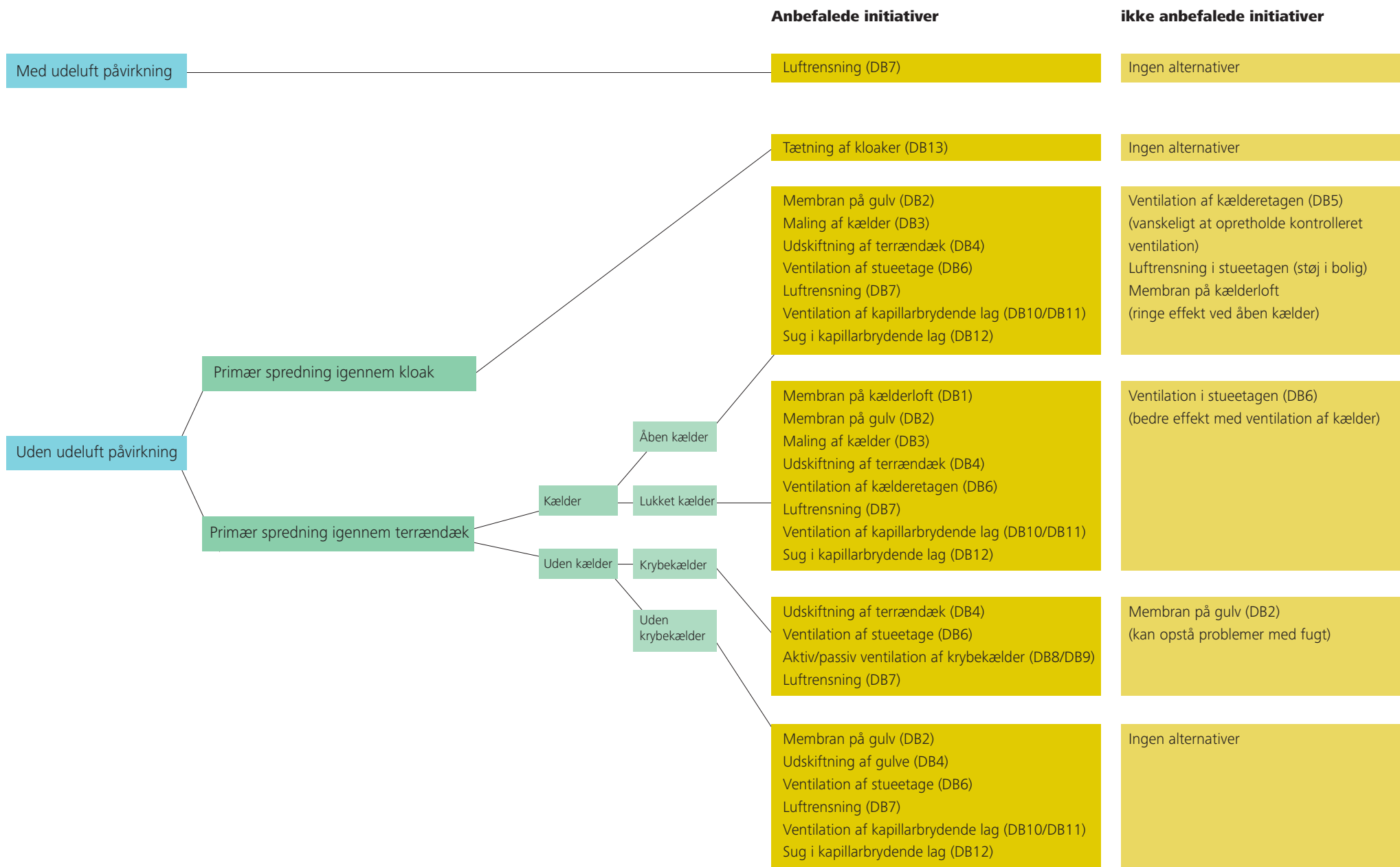
Figur 3.4 Konceptuel model. Start spild.

Forureningssituationen i figur 3.4 svarer til figur 3.3 bortset fra, at spildet af PCE i dette scenarium har været tilstrækkeligt til at overvinde de kapillære kræfter, som fastholder porevandet i toppen af grundvandszonen og således har kunnet spredes til stor dybde i det øvre magasin. Forureningsudbredelsen er bremset i bundet af magasinet af et lavpermeabelt lerlag (kapillær barriere), og der er dannet en såkaldt pool af fri fase.

I dette scenarium er den største del af forureningen knyttet til top og bund af det sekundære grundvandsmagasin, som kan være påvirket med opløst PCE i op til flere århundreder.

Bilag B

Flowdiagram til valg af afværgeteknik



Bilag C1:

Checkliste – byggeteknisk gennemgang

Checkliste

– byggeteknisk gennemgang

I forbindelse med besigtigelsen af bygningen bør der foretages observationer omkring nedenstående forhold. Registreringen foretages ved en skematisk registrering, en optegning, fotoregistrering og videoregistrering. Der foretages dels en indvendig registrering og dels en udvendig registrering. Samt om muligt registrering af betydende forhold vedrørende de tidligere aktiviteter i forbindelse med drift af renseriet.

1. Generelle forhold

- *Bygningens opførelsesår og tidspunkter for eventuelle tilbygninger.* Byggetidspunkter fortæller en del om bygningskarakteristikken i øvrigt, herunder eksempelvis specifikationer vedrørende konstruktionsdetaljer, anvendte materialer osv. Sådanne detaljer har væsentlig betydning i forbindelse med en vurdering af f.eks. ventileringsvejen i et kapillarbrydende lag, tætheder i gulvkonstruktioner osv.
- *Bygningens generelle tilstand.* Generel vurdering vedrørende bygningens udvendige tilstand giver som regel et godt billede af, hvad der eksempelvis kan forventes af revner i indvendige gulve (evt. skjult under belægninger og lign.) og vægge.
- *Krybekælder.* Der foretages en registrering af placering og udformning af udluftningsriste og lign.
- *Kontrol af eksisterende tegningsmateriale.* I forbindelse med besigtigelsen foretages en kontrol af evt. eksisterende tegningsmateriale. Der vil ofte være uoverensstemmelse mellem tegningen og det faktisk udførte.

2. Indvendig registrering

Der foretages en særskilt registrering i henholdsvis kælder, stue og evt. overliggende etager. Registreringen foretages dels på baggrund af besigtigelse men også i høj grad på baggrund af interview med grundejeren, lejereren eller beboere samt tegningsmateriale mv. fra kommunens byggesagsarkiv. På hver etage registreres følgende:

Gulve/dæk

- *Gulvtype (beton, træ osv.).*
- *Gulvopbygning (kapillarbrydende lag, krybekælder, jordtype under gulv, konstruktion, tykkelse osv.).* Oplysningerne indhentes i første omgang ved interview af ejeren samt fra kommunens byggesagsarkiv. Oplysningerne er central i forbindelse med projektering af afvægeforanstaltninger.
- *Gulvenes tilstand.* Det skal undersøges i hvilken stand gulvene er. Er der revner, hvad er størrelsen i givet fald på disse (længde og bredde) og er der mange eller få? Er revnerne jævnt fordelt over gulvfladen eller er de samlet i adskilte zoner? Der skal endvidere foretages en vurdering på stedet af årsagen til revnedannelsen (fugt, sætninger, aktiviteter i bygningen osv.). Hvis gulvene er belagt med tæpper eller lignende, foretages interview af grundejeren/lejereren/beboeren samt gennemgang af tegningsmateriale fra kommunens byggesagsarkiv.
- *Alder.* En registrering af hvornår gulvene er udført. Der kan evt. være forskel på etableringstidspunktet for dele af bygningen, f.eks. hvis der er foretaget tilbygning, renovering, udbedring af kloakskader eller lign.
- *Gulvbelægninger (faste/løse tæpper, linoleum, klinker og lign.).* Belægningstypen har betydning for en eventuel senere undersøgelse af, hvor gulvet evt. skal gennembores - dels for kortlægning af byggetekniske forhold under gulvet og dels for måling af forureningsindhold under gulvet.
- *Konvektorgrav eller lignende.* Registreres da konstruktionen her kan give anledning til ændrede tæthedsforhold.
- *Spild.* En registrering af om der er synlige eller lugtbare spild af forurenende stoffer.

- *Etageadskillelse.* Hvis bygningen er opført i flere etager foretages en vurdering af opbygningen af denne. Let konstruktion (bjælkelag eller lign.), betondæk, element dæk mv.

Lofter

- *Type.* En registrering af beklædningsstypen og lofttypen generelt (gips, synlige bjælker, puds på rør osv.)
- *Alder.* Der foretages en vurdering af, om loftet/beklædningen er oprindelig, eller om der er foretaget eventuel renovering og dermed eventuelt etableret en større tæthed mod evt. overliggende etager.
- *Tæthed.* En vurdering af hvorvidt der vil ske en tilbageholdelse af forureningsdampe, og en vurdering af hvor den største lækage er. Hvis loftet eksempelvis er opført som "puds på rør" (ældre hus) må der påregnes en generel stor lækage. I nyere bygninger kan lækagen derimod være koncentreret omkring de steder, hvor der er foretaget rørgennemføringer (vand, kloak, varme o. lign.)
- *Isoleringsforhold.*
- *Spild.* En registrering af om der er tegn på nedtrængning af "spild" fra aktiviteter i de overliggende lokaler.

Vægge

- *Tæthedsvurdering for indtrængning af forureningsdampe igennem vægge.*
- *Hulmur.* Er ydervægge udført med/uden hulmur
- *Indervægge.* Er indvendige vægge lette skillevægge eller bærende vægge.
- *Spild.* En registrering af om der er synlige eller lugtbare spild af forurenende stoffer der er trængt op i væggene.

Rørgennemføringer

- *Typer, placering og antal.* Der foretages en samlet registrering med henblik på at vurdere og lokalisere lækagen i disse punkter. Det vurderes hvad tilstanden af rørgennemføringerne er i.

Afløbsforhold

- *Typer og placering.* Der foretages en grundig registrering. Oplysningerne anvendes dels til en lokalisering af eventuelle lækagemuligheder mellem etagerne langs rørgennemføringer og dels til en vurdering af risikoen for indtrængning af forureningsdampe gennem kloaksystemet.
- *Placering og type af kloakledninger i jorden.* Hvor er kloakledningerne beliggende? Løber de igennem områder med jordforurening eller kraftig poreluft forurening. Er der risiko for indtrængning af forurennet grundvand? Er det gamle betonrør eller nye PVC-rør?
- *Vandlåse.* Samtlige vandlåse registreres, og det undersøges om disse er udført korrekt og er vandfyldte. En ukorrekt vandlås giver mulighed for forureningsspredning gennem kloaksystemet. Der er endvidere risiko for at en korrekt udført vandlås kan give mulighed for spredning til indeklimaet, hvis koncentrationerne på den anden side af vandlåsen er store nok.
- *Anvendelse.* Der foretages interview af grundejeren for fastlæggelse af det daglige brugsmonster. Er vandlåsen eksempelvis placeret i et varmt fyrrum, hvor der sjældent anvendes vand (fyrrum uden grovkøkken eller lign.), står vandlåsen ofte uden vand og virker derved ikke.

Udluftning og ventilation

- *Udluftningsventiler/riste/spjæld.* Der foretages en registrering af placeringen af de enkelte spjæld og ved interview en registrering vedrørende det aktuelle anvendelsesmonster.
- *Ventilatorer.* Placering, antal og effekt af ventilatorer i evt. badeværelse og køkken. Endvidere foretages en registrering af om der er ventilationsanlæg i bygningen, hvilket luftskifte det kører med, om der er over eller undertryksventilation mv.

Bygningsindretning og anvendelse

- *Situationsplan.* Der foretages en registrering af størrelse og placering for de enkelte rum. Der tages eventuelt udgangspunkt i de oprindelige bygningstegninger.
- *Loftshøjde.*
- *Døre og vinduer.* Der foretages en registrering af placeringen i de enkelte rum.
- *Adgang mellem etager.* Der foretages en registrering af, hvordan adskillelsen til overliggende/underliggende etage er udført, hvilket er centralt i forbindelse med valg af metode.
- *Anvendelse.* Der foretages interview af beboere om den daglige anvendelse. Det er vigtigt at vide f.eks., om døren ned til kælderen normalt holdes lukket eller åben, hvilke vinduer der normalt anvendes til udluftning i kælderen osv. Disse oplysninger er centrale i forbindelse med valg af metode og projektering (placering af ventilatorer, renseenheder o.lign.)

Boligindretning

- *Indretning.* Der foretages en registrering af de enkelte rums anvendelser (soveværelse, stue osv.). Det er vigtigt at få oplysninger om, hvorvidt de enkelte rum anvendes til bolig, lager, værksted eller andet, da dette har afgørende betydning dels for at foretage en målrettet indsats og en målrettet projektering og dels for at undgå uønskede forstyrrelser i forbindelse med overvågning af effekt.
- *Møblering.* Ved fotografering registreres indretningen, hvilket vil være væsentligt f.eks. i forbindelse med etablering af luftrensning.

Særlige forhold

- *Interview med grundejeren/brugeren.* Ved interview med grundejeren/brugeren registreres om der er nogle særlige forhold der skal tages i betragtning. Eksempelvis om der har været vandindtrængning i kælderen, eller om der er problemer med kloaksystemet (lugtgener afslører at vandlåsen ikke er korrekt udført) eller om der eventuelt er planer om ombygning, eller ventilationsriste i krybekælderen der lukkes om vinteren pga. fodkulde osv. osv.

3. Forureningsforhold

- *Nye kilder.* Det undersøges om der i bygningen eller på grunden forefindes "nye" kilder, der kan give anledning til forurening af indeklimaet. Der kan være oplag i f.eks. kælderrum, værksted eller nye lakerede møbler, rensetøj og lign. Disse observationer er særligt vigtige i forbindelse med monitorering.

4. Udvendig registrering

Der foretages en særskilt registrering på alle bygningens udvendige sider. Registreringen foretages primært på baggrund af besigtigelse, men også til dels på baggrund af interview med grundejeren, lejereren eller beboere. Der foretages følgende registrering:

5. Supplerende registreringer i tidligere renseribygninger.

- *Placering af maskiner o.lign.* Der foretages en registrering af den tidligere placering for de enkelte renserimaskiner, oplægspladser osv.
- *Spild.* Der foretages en registrering og en vurdering af hvor og hvorvidt de tidligere aktiviteter kan have givet anledning til spild, forureningsspredning o. lign.
- *Sinks.* Der foretages en vurdering af, hvilke lokaler der sandsynligvis vil være mest påvirkede af de tidligere aktiviteter, herunder en vurdering af sinks. (sinks-bidrag er bidrag der stammer fra afdampning af forureningskomponenter adsorberet i den oprindelige renseribygningens gulve, vægge osv. For en nærmere beskrivelse henvises til Miljøstyrelsen 2001b.

Bilag C2:

Checkliste – spredningsveje i bygningen

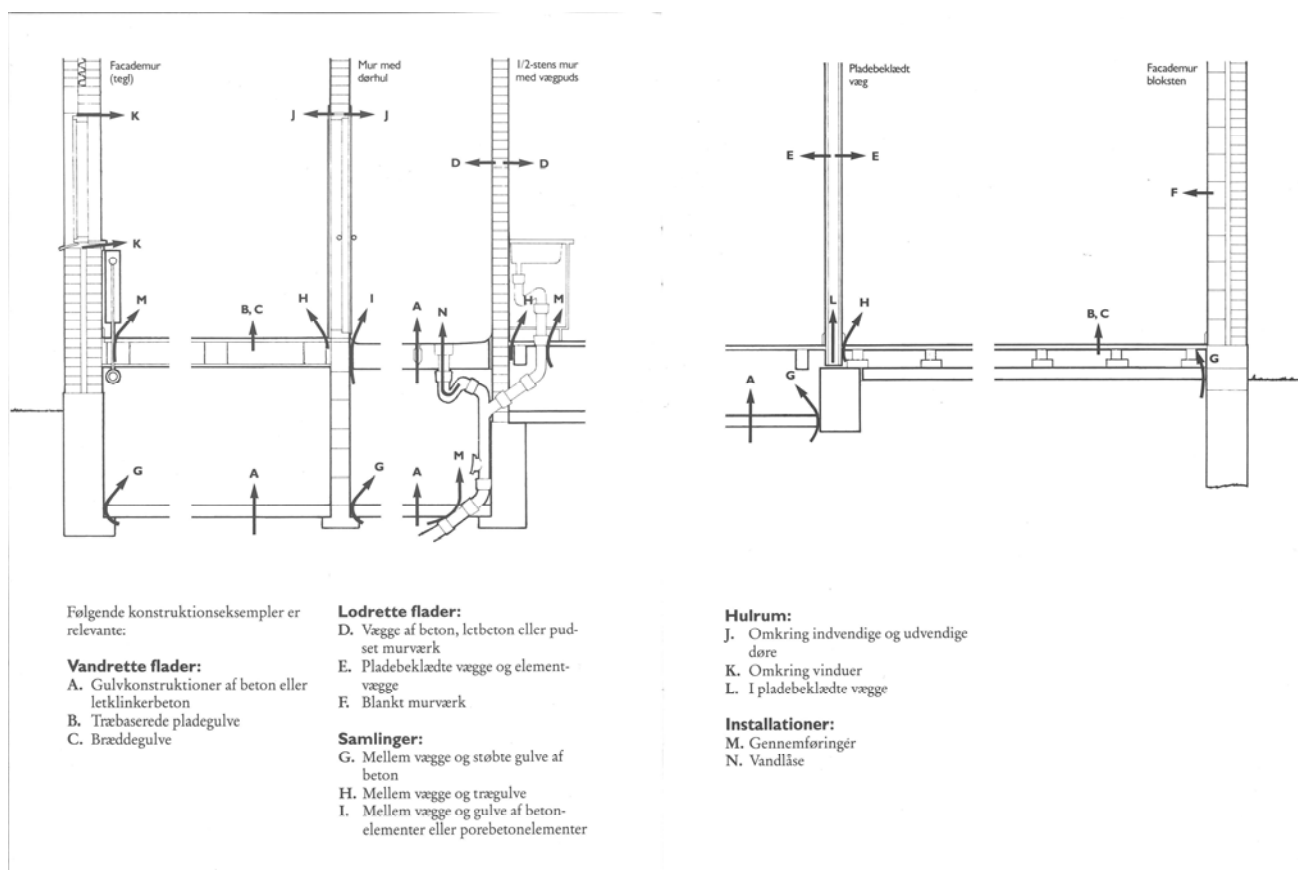
Checkliste – spredningsveje i bygningen

Som et supplement til den byggetekniske gennemgang kan der være et behov for at foretage en mere detaljeret vurdering af forhold vedrørende bygningens tæthed både mod terræn men også op igennem, bygningen. Den supplerende gennemgang skal danne grundlag for en vurdering af de mulige spredningsveje for eventuelle forureninger under bygningens terrændæk.

I bilaget er givet en kortfattet beskrivelse af hvor og hvordan en sådan detaljeret gennemgang udføres og målrettes.

Indledningsvist beskrives hvor i konstruktionen utætheder kan opstå. Beskrivelsen er overordnet opdelt i følgende: Vandrette flader, lodrette flader, samlinger, hulrum og installationer. Under de enkelte afsnit er en detaljeret beskrivelse af hvor lækagen kan opstå. Eksempelvis for en gulvkonstruktion af bræddegulve, betongulve eller træbaseret pladegulve. For hver enkelt beskrivelse henvises til en samlet bygnings-tegning, figur C1 (bogstaver i parentes).

Endvidere ses en kort beskrivelse af de overordnede undersøgelsesmetoder og det relevante undersøgelsesapparat. For en mere detaljeret beskrivelse henvises til Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2010.



Figur C1: Bygningstegning (Bygge- og boligstyrelsen 1993)

I. Utætheder i konstruktioner

I.1 Vandrette flader

(A) Gulvkonstruktioner af beton eller letbeton

Gulve, klaplag m.m. af beton støbt på stedet kan have revner, der er opstået på grund af udtørringssvind, mekanisk overlast eller støbeskel. Selvom revnerne dog er synlige på overfladen er de ikke nødvendigvis gennemgående og bevirker derfor ikke altid, at betonen er utæt.

Beton- og porebetonelementer er normalt tætte, men fugerne mellem elementerne kan være utætte på grund af svind, mangelfuld udstøbning m.m.

(B) Træbaserede pladegulve

Pladerne kan have utætheder, der er opstået under indbygning eller ved mekanisk overlast senere. Desuden kan pladernes samlinger være utætte. Det afhænger af samlingernes konstruktion og udførelse.

(C) Bræddegulve

Bræddegulve har mange samlinger, hvor brædderne kan bevæge sig i forhold til hinanden, når fugt og temperatur varierer.

1.2 Lodrette flader

(D) Vægge af beton, letbeton eller pudset murværk

Betonvægge støbt på stedet vurderes normalt at være tætte, men der kan forekomme revner i materialet som gør det utæt.

I konstruktioner af letbeton- eller betonelementer vurderes der normalt kun at være risiko for utætheder i elementsamlinger.

(E) Pladebeklædte vægge og elementvægge

Vægge af træbaserede plader eller gipsplader kan være utætte langs pladernes samlinger, afhængig af samlingernes konstruktion og udførelse. Pladerne kan desuden have utætheder opstået under indbygningen eller ved mekanisk overlast senere.

Betonelementer er normalt tætte, men fugerne mellem elementerne kan være utætte på grund af svind, mangelfuld udstøbning m.m.

Indbyggede elinstallationer kan give anledning til utætheder.

(F) Blankt murværk

Selv om de enkelte sten eller blokke i blankt murværk kan være tætte, vil fugerne ofte være utætte, og derfor kan gasser passere gennem konstruktionen.

I hulrum bag vægge, som står i forbindelse med f.eks. hulrum under gulvkonstruktioner, kan gasser passere fra jord til indeklima.

1.3 Samlinger

(G) Mellem vægge og støbte gulve af beton

Mellem væggen/fundamentet og betonpladen kan der være gennemgående revner og fuger. For at isolere mod kuldebroen fra fundamentet kan der eventuelt være et mellemrum med kantisolering af polystyrol, mineraluld eller lign. Sådanne åbninger kan være skjult bag gulvtæpper, fejelister, fodpaneler, trægulv på strøer eller puds, som ikke giver tilstrækkelig tætning.

(H) Mellem vægge og trægulve

Samlinger mellem vægge og gulve kan være utætte. Utæthederne kan være skjult bag overfladebelægninger, fejelister, fodlister, fodpaneler eller puds, som ikke giver tilstrækkelig tætning.

(I) Mellem vægge og gulve af betonelementer eller porebetonelementer

Mellem væggen/fundamentet og betonpladen kan udstøbte fuger være utætte. Fugerne kan være skjult bag overfladebelægninger, fejelister, fodpaneler og trægulve på strøer, som ikke giver tilstrækkelig tætning.

1.4 Hulrum

(J) Omkring indvendige og udvendige døre

Gulvbelægninger afbrydes normalt under dørtrin. Herved dannes hulrum i gulvfladen, som kan give passage fra hulrum under gulv til indeklimaet.

(K) Omkring vinduer

Fuger rundt om vinduer kan være utætte, så der er passage fra hulrum i væg til indeklimaet.

(L) Pladebeklædte vægge

Pladebeklædte skillevægge er ofte monteret direkte fra betongulvet. Den del af pladevæggen, der er skjult under f.eks. et trægulv, er ofte ikke tæt. Utætheder kan opstå, hvis beklædningspladerne ikke slutter tæt til betonpladen, eller hvis der er lavet huller gennem væggen til f.eks. elledninger, vandrør og varmerør. På den måde kan der gennem væggen være passage fra hulrum under gulv til indeklimaet.

1.5 Installationer

(M) Gennemføringer

Der er ofte revner i beton, hvor installationer føres gennem, fordi beton ikke binder på f.eks. metalrør, plastrør og glaserede lerrør. Føres installationerne gennem et pladegulv eller en pladevæg, er der også ofte revner ved gennembrydningen. Installationer i foringsrør/skakt kan bevirke utætheder mellem installationen og foringsrøret/skakt.

(N) Vandlåse

Passage gennem vandlåse kan opstå på flere måder. Vandlåse kan være udtørrede, hvis de benyttes meget sjældent. De kan også være konstruerede med løse enheder, så tætningsringe, pakninger m.m. ved upræcis samling forårsager utætheder, der går udenom vandlukket. Koncentrationerne i kloaksystemet kan være så høje at forureningen kan diffundere igennem vandlåsene ind til bygningens indeklima.

2. Undersøgelsesmetoder/-udstyr

2.1 Søgerblad og søgetråd

Både et søgerblad og en metaltråd kan måle en revnes eller en fuges dybde, hvis den har glatte sider. Ved ujævne overflader eller et hul er en metaltråd mest velegnet.

2.2 Konisk dorn

En konisk dorn kan måle revners bredde, også hvis de har ujævne overflader. Den stikkes ind, indtil den udfylder revnen, og bredden aflæses direkte på spidsen.

2.3 Optisk revneviddemåler

En optisk revneviddemåler, der består af en lup eller et mikroskop med indlagte måleskalaer, kan måle bredden af en åbning på en plan flade.

2.4 Spejl, lygte, lup m.m.

Et spejl og en lommelygte kan være nyttige, når man skal undersøge vanskeligt tilgængelige steder.

2.5 Teknoskop

Et teknoskop gør det muligt at undersøge hulrum gennem en meget lille åbning. Udstyret består af en slags kikkert og findes i en lang række varianter – fra det enkle og batteridrevne til det meget fleksible udstyr, der også kan kobles til fotografisk udstyr.

2.6 Røgampuller

Røgampuller kan bruges til at spore utætheder, hvis der enten kommer luft ind gennem utætheden, så røgstrålen afbøjes, eller hvis der går luft ud gennem den, så røgen suges med ud.

2.7 Sporgas - gasanalysator

Et måleudstyr med en gasanalysator og sporgas, f.eks. SF₆ kan måle om luft bevæger sig fra et rum til et andet. (F.eks. fra en krybekælder til et overliggende opholdsrum). Udstyret kan i givet fald også måle, hvor meget luft det drejer sig om.

2.8 Sporgas – lækagesøgningsgas

Injicering af lækagesøgningsgas under gulve, ved etageadskillelser eller i kloak-systemer og derefter dektion med gasmåler / Miljøstyrelsen, 2010c /.

2.9 Målinger med ppbRAE

Ved anvendelse af en følsom PID-måler, ppbRAE kan man måle forhøjede indhold af flygtige stoffer i indeklimaet.

2.10 Thoronmålinger

Ved anvendelse af thoronmålinger kan konvektive spredningsveje detekteres. Thoron har en lav halveringstid (56 sek.) og vil derfor udelukkende kunne påvises i indeklimaet nær en konvektiv spredningsvej.

2.11 Ventilator (blowerdoor)

En kraftig ventilator kan skabe et over- eller undertryk i et eller flere rum, i forhold til bygningens yderskal. Når konstruktionens utætheder vurderes, kan den volumenstrøm, der går til at skabe en vis trykdifferens, indgå i vurderingen. Kan anvendes sammen med både sporgas, ppbRAE og thoronmålinger.

2.9 Sugeudstyr til lækager i tætte belægninger

Tynde revner og huller kan undersøges for gennemgående utætheder ved at hælde sæbevand over belægningen. Derefter suges luften ud af denne med en vakuumpumpe, der er tilsluttet en kasse med glasplade som låg. De bobler, der dannes herved, kan ses gennem glaspladen. Hvis boblerne hører op, er det tegn på, at revnen eller hullet er tæt. Hvis boblerne bliver ved under fortsat vakuum, kan det være et symptom på, at bygningsdelen er utæt. Resultatet skal dog fortolkes med forsigtighed, idet sæbevandet ligeledes vil fortsætte med at boble såfremt revnerne eller hullerne blot fordeler sig langs overfladen uden at være gennemgående.

2.10 Vandtæthedsprøvning

En vandret flade kan undersøges for tæthed ved at stille et rør på fladen og tætnes mellem røret og fladen, hvorefter der hældes vand i røret. Hvis vandet ikke forsvinder, er fladen vandtæt og dermed også lufttæt.

Det samme kan gøres på en lodret flade ved hjælp af en glasplade. Den sættes på fladen med f.eks. et klæbende fugebånd, så der dannes en beholder som fyldes med vand.

2.11 Kloakfjernsyn

Kloakfjernsyn er oprindeligt udviklet til at undersøge kloakker for skader, men kan også bruges til at undersøge andre utilgængelige bygningsdele, f.eks. krybekældre, terrændæk, ventilationskanaler m.m.

Bilag D:

Nøglebeskrivelse

Teknik Nr.	Betegnelse	Særlige forudsætninger	Robusthed ¹⁾	Effekt	Dokumentation ²⁾ (min.)	Økonomi ³⁾ (Kr. excl. moms)	Tid	Særlige opmærksomhedspunkter
1	Membran på kælderloft		Lille	10-50 %	IK (2)	60.000-80.000(e) 0 (d) 15.000 (m)	2 uger	Indgreb vil være synligt i kælderrum. Ukorrekt montage af membran langs rørgennemføringer og vægge giver betydende lækage og dermed væsentligt nedsat effekt.
2	Membran på gulv		Moderat	10-50 %	IK (2)	45.000-100.000(e) 0 (d) 15.000 (m)	2 uger	Ukorrekt montage af membran langs rørgennemføringer og vægge giver betydende lækage og dermed væsentligt nedsat effekt.
3	Maling af kælder	Betongulve og kældervægge skal være af relativ god stand.	Lille	30-50 %	IK (2)	40.000-80.000(e) 0 (d) 15.000 (m)	2 uger	Fugt i gulve og vægge giver vedhæftningsproblemer og dermed ringe holdbarhed og nedsat effekt.
4	Udskiftning af terrændæk		Moderat	20-80 %	IK (2)	150-200.000 (e) 0 (d) 15.000 (m)	2-8 uger	Store beboergener under anlæg. Evt. spredning gennem kældervægge håndteres ikke ved indgrebet.
5	Ventilation af kælderetage	Lukket adskillelse mellem kælder og stue nødvendig	Stor	30-40 % (kælder) 80-95 % (overliggende stueetage)	IK (2)	20-50.000 (e) 1.200 (d) 15.000 (m)	1-2 dage	Hvis fri luftbevægelse mellem lokalerna ikke opretholdes, reduceres effekten væsentligt.
6	Ventilation af stueetage	Udeluft skal være uforurenset	Moderat	30-60 %	IK (2)	Simpel 30.000 -50.000(e) 5.000 (d) 15.000 (m) Balanceret 100.000-150.000(e) 1.000 (d) 15.000 (m)	1 uge	Dyr i drift pga. stort varmetab, medmindre der installeres en opvarmning af udeluften. Hvis fri luftbevægelse mellem lokalerna ikke opretholdes, reduceres effekten væsentligt.
7	Luftrensning	Størst effekt, når udeluft er uforurenset, da rensning primært sker i opstillingslokalet/på etagen	Stor	20-90 %	IK (2)	Køb 10.000 kr. pr. enhed. (e) Leje 375 kr. pr. md pr. enhed. (e) 3.200 pr. enhed (d) 15.000 (m)	1 dage	Størst effekt, når udeluft er uforurenset Moderate støjgener. Hvis fri luftbevægelse mellem lokalerna ikke opretholdes, reduceres effekten væsentligt. Renseenhed kan uden tilpasning genanvendes.
8	Ventilation af krybekældre (aktiv)	Fri luftbevægelse under hele bygningen en forudsætning	Stor	10-95 %	Afkast (2) eller IK (2)	20-50.000 (e) 3.000 (d) 15.000 (m)	3-5 dage	Forkert placering af afkast giver risiko for ind sugning af forurenset luft i bygningen. Ventilationsanlæg kan genanvendes
9	Ventilation af krybekældre (passiv)	Fri luftbevægelse under hele bygningen en forudsætning	Moderat	10-95 %	Afkast (2) eller IK (2) og flowmåling	20-50.000 (e) 0 (d) 15.000 (m)	3-10 dage	Effekt afhænger af vindforhold. Ukorrekt placering af vindhætte giver nedsat effekt

10	Ventilation af kapillarbrydende lag (passiv med luftindtag)	Ventilerbart lag under gulv er en forudsætning	Stor	50-95 %	Afkast (2) eller MP(2), eller IK (2) og flowmåling	100-300.000 (e) 0 (d) 15.000 (m)	1-2 uger	Effekt afhænger af vindforhold. Ukorrekt placering af vindhætte giver nedsat effekt. Effekt afhængig af beskaffenheden af det kapillarbydende lag
11	Ventilation af kapillarbrydende lag (aktiv med luftindtag)	Ventilerbart lag under gulv er en forudsætning	Stor	Op til 99%	IK(2) eller MP(2)	100-300.000 (e) 2.000 (d) 15.000 (m)	1-2 uger	Effekt afhængig af beskaffenheden af det kapillarbydende lag
12	Sug af kapillarbrydende lag (aktiv uden luftindtag)	Ventilerbart lag under gulv er en forudsætning	Stor	70-99 %	Afkast (2) eller IK (2)	100-200.000 (e) 2.000 (d) 15.000 (m)	1-2 uger	Effekt afhængig af beskaffenheden af det kapillarbrydende lag
13	Tætning af kloakker		Lille	Op til 95 % lige over vandlås	IK (2) eller MP (2)	5-75.000 (e) 0 (d) 15.000 (m)	1-3 uger	Etableres typisk som supplement

- 1) For hver enkelt teknik er der endvidere foretaget en vurdering af teknikkens robusthed. Der sonderes imellem "stor", "moderat" og "mindre" robusthed. En "mindre robusthed" antyder, at der for den pågældende teknik vil være en del særlige forudsætninger, der skal være opfyldt for at opnå en god effekt. Omvendt betyder "stor robusthed", at kun et relativt mindre antal særlige forudsætninger skal være opfyldt for, at projektet vil kunne gennemføres med succes. Denne type projekter er ligeledes behæftet med mindre uforudsigelighed.
- 2) IK: Indeklimamåling, MP: Målepunkt poreluft under gulv. Den anførte dokumentation er minimumsdokumentation det første år. Evt. efterfølgende år vil have et reduceret omfang. Tal anført i parentes angiver det samlede antal målinger (eksl. målinger før opstart)
- 3) Den samlede udgift er specificeret for tiltag etableret i en almindelig bolig standardstørrelse, 100-120 m². (e) Etablering, (d) drift, (m) monitorering første år. (evt. monitoringsudgift de efterfølgende år vil have et reduceret omfang)

Bilag D – Oversigtsskema - nøgledata

Bilag E:

Datablade (for de enkelte teknikker og cases)

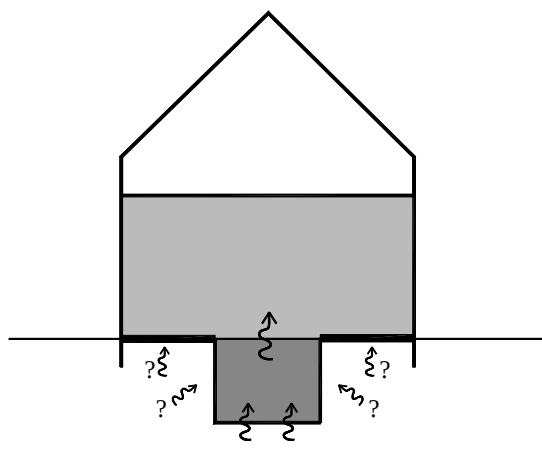
Afværgeprincip	Teknik		Datablad (teknik)	Datablad (case)	Projekttitler	Detail-materiale
	Nr.	Betegnelse				
Tætning af gulve	1	Membran på kælderloft	DB 1 – side 3	Ingen		F1
	2	Membran på gulv	DB 2 – side 7	Ingen		F2
	3	Maling af kælder	DB 3 – side 10	Ingen		F3
	4	Udskiftning af kældergulve	DB 4 – side 13	DB 4.1	Gåskærgade 23 SA	F4
Rumventilation	5	Ventilation af kælderetage	DB 5 – side 18	DB 5.1	Lindevej 29 FA	F5
	6	Ventilation af stueetage	DB 6 – side 23	Ingen		F6
Luftrensning	7	Luftrensning	DB 7 – side 26	DB 7.1	Grønnegade 39 FA	F7
				DB 7.2	Lykkeshåbs Allé 4 FA	
Moderat ventilation af gulvkonstruktion	8	Ventilation af krybekælder (aktiv)	DB 8 – side 33	DB 8.1	Margårdsvej 26 FA	F8
				DB 8.2	Nørregade 88 RA	
	9	Ventilation af krybekælder (passiv)	DB 9 – side 40	Ingen		F9
	10	Ventilation af kapillarbrydende lag (passiv, med luftindtag)	DB 10 – side 43	DB 10.1	Ridepladsen 3 SA	F10
				DB 10.2	Vestergade 62 SA	
	11	Ventilation af kapillarbrydende lag (aktiv, med luftindtag)	DB 11 – side 49	DB 11.1	Nygårdsvej 42B RA	F11
	12	Sug i kapillarbrydende lag (aktiv, uden luftindtag)	DB 12 – side 54	DB 12.1	Hus nr. 4185 Risø	F12
Kloakker	13	Tætning af kloakker	DB 13 – side 58	Ingen		F13

Membran på kælderloft

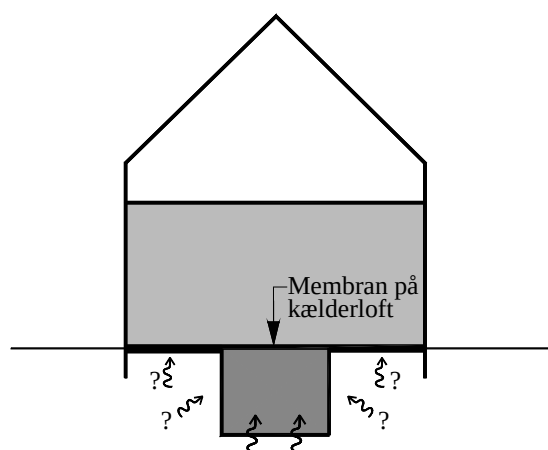
Funktion: Ved at etablere en forbedret tætning af etageadskillelsen mellem kælder og stueetage reduceres forureningsspredningen til stueetagen. Tætningen minimerer den diffusive og konvektive indtrængning gennem etageadskillelsen, men hindrer ikke, at der eventuelt i det tilfælde, hvor kælderen alene udgør en mindre del af det bebyggede areal, fortsat sker en forureningsindtrængning gennem bygningens terrændæk (øvrige gulve). Metoden anvendes typisk i de tilfælde, hvor gulvene eksempelvis er præget af betydende svindrevner, sætningsrevner o.lign., og hvor kældervæggene ikke vurderes at yde nogen nævneværdig tilbageholdelse. Metoden kan anvendes både i de tilfælde, hvor kælderen alene udgør en mindre del af det bebyggede areal, og hvor gulvene i den øvrige del af bygningen vurderes at være relativt tætte, og når kælderen udgør det fulde bebyggede areal. Metoden kan anvendes alene eller i kombination med eksempelvis udskiftning af gulve, ventilation, luftrensning eller lign. Metoden kan endvidere være et alternativ til den mere radikale løsning, hvor der foretages en udskiftning af gulvene, etablering af en diffusionshæmmende membran på gulvene eller maling af kælderen. Metoden kan anvendes som en permanent særskilt afværge for ejendomme, der er påvirket i mindre til moderat grad og uden udeluftspåvirkning. Ved metoden foregår ingen kildefjernelse.

Anlægsbeskrivelse: Den eksisterende loftsbeklædning klargøres for montage af membranen. Klargøringen indebærer overordnet, at overfladen gøres jævn og stabil (evt. løsthængende puds fjernes). En jævn overflade skabes eksempelvis ved at beklæde det eksisterende loft med en spredt forskalling i høvlede brædder (et stk. 22 x 100 mm forskallingsbræt pr. 40-90 cm). Ved meget ujævne kældervægge (øverste 10 cm af væggen) kan det være nødvendigt at foretage en pudsning for at opnå en jævn overflade (den jævne overflade mellem membran og væg er vigtig for at opnå en god tæthed). Som membran anvendes et diffusionstæt materiale, der samtidig har en styrke, der kan matche den aktuelle fysiske påvirkning (aktiviteter i kælderen). Som membran materiale kan eksempelvis anvendes en R.A.C membran (fa-

brikat Icopal) eller Valutect (tysk membran, pt. uden forhandler i Danmark). R.A.C membranen er opbygget af en 0,4 mm. geomembran (giver membranen styrke for ydre fysisk påvirkning) og 12 mikron aluminiumsfolie samt 0,4 mm polyethylen film (diffusionstæthed over for TCE, benzen mv.). Samme fabrikat leverer en anden membran benævnt Reflex. Membranen er tyndere og derved lettere at håndtere, men har ikke nær den samme tilbageholdelsesevne (anvendes primært som dampspærre i svømmehaller o.lign.). Valutect membranen er ligeledes en meget tynd membran. Denne er bl.a. tæthetestet for PCE og anvendes i Tyskland ved opklæbning (som tapet) til lofts- og vægbeklædninger i idriftværende renserier. Ved valg af eksempelvis R.A.C membranen monteres denne på førnævnte spredte forskalling og fastholdes ved hjælp af endnu et lag spredt høvlet forskalling. Nederste lag spredt forskalling, under membranen, udføres med forborede skruehuller pr. ca. 30 cm. På klemsiden (bagsiden) af brædderne påsmøres en diffusionstæt fugemasse i og omkring alle skruehuller. Brædderne fastskrues på det øverste lag spredt forskalling med membranen imellem de to lag, således at konstruktionen udføres med "klemte samlinger" (derved vurderes lækagen i samlingerne at være minimal). Langs alle vægge og andre plane flader tilbageholdes nederste lag forskalling en fugeafstand. Mellem membranen og "væggen" udføres afslutningsvis en diffusionstæt, elastisk fuge. Samtidig presses membranen ud mod væggen af fleksible klemsskinner (fiberlister, som medleveres fra leverandøren). Klemsskinnerne fastgøres ved at bore listerne fast i væggen og dermed ved en perforering af membranen i borehullerne. Hullerne tætnes som beskrevet ovenfor. Alternativt udføres nederste lag forskalling langs vægge med fugebånd på kant mod væg, som klemmes ved opsætningen og således presser membranen ud mod væggen. R.A.C membranen leveres enten i ruller af 2 meters bredde eller i færdigsvejst mål tilpasset de enkelte rum. Ved levering af membran i mål tilpasset det enkelte rum er tæthed sikret ved svejsning af samlinger i membranen. Hvis membranen alternativt leveres som banevare, kan tæthed sikres med klemte og fugede samlinger. Ved alle



Figur 1: Principskitse - spredningsveje før foranstaltningen



Figur 2: Principskitse - spredningsveje efter foranstaltningen

DB-1

samlinger af membranen udføres ca. 20 cm overlæg. Mellem de to overlæg påføres et lag diffusionstæt fugemasse eller lignende. Hvert overlæg sammenklemmes ved at fastskrue et bræt med forborede huller pr. ca. 30 cm. Perforeringen tætnes som beskrevet ovenfor. Det anbefales dog, hvor det er muligt, at anvende færdigsvejste membranflader. I større rum (over 15 m²) må det dog forventes at være nødvendigt at opdele membranen i mindre flader af hensyn til montagen. Ethvert overlæg udføres minimum med en tæthed som beskrevet ovenfor. Ved en indledende besigtigelse foretages en vurdering af, hvordan montagen kan gennemføres. Placering af rørgennemføringer (faldstammer, vandrør, radiatorer mv.) kan være afgørende for, om der kan anvendes færdigsvejste membranstykker (rumvis), eller om samling på stedet vil være nødvendig. Færdigsvejste membran-kraver i passende dimensioner kan medleveres fra leverandøren. Montagen må efterfølgende ske i henhold til ovenstående. En øget tæthed i membranens samlinger kan opnås ved svejsning på stedet. I hjørner må der ikke foretages tilskæring af membranen. Membranen foldes for derved at minimere risikoen for lækage i hjørnerne. Ved foranstaltningen reduceres den eksisterende frihøjde med ca. 5 cm. Foranstaltningen kan efter behov nemt udvides til at omfatte eksempelvis en ventilation af kælderen. For en nærmere beskrivelse af denne henvises til datablad DB4. Det skal bemærkes, at samlinger ved overlæg på membranen, ved rørgennemføringer og langs lodrette flader er et meget sårbart punkt ved teknikken. Fejlagtig montage eller sjusk kan resultere i markant nedsat effekt eller evt. ingen effekt. Overordnet set kan etableringsarbejdet sammenlignes med en traditionel arbejdsbeskrivelse vedrørende indbygning af diffusionstætte membraner, udført med skærpet opmærksomhed, jf. ovenstående. Metoden (montage på kælderloft) er ikke tidligere afprøvet. For at sikre, at membranen er udført korrekt, og at der ikke forekommer utætte samlinger, kan der efter monteringen udføres sporgasmålinger. Sporgasmålingerne udføres ved at udlede en fermier sporgas med 5% H₂ og 95% N₂ under loftet i kælderen. Imens foretages der måling med en gasdetektor i stueetagen ovenover for at vurdere spredningen igennem loft og gulvkonstruktion. Der måles generelt over hele gulvfalden samt langs samlinger mellem gulv og væg, revner i gulvene, langs rørføringer, over afløb samt ved sætningsskaderne i væggene og lignende potentielle spredningsveje (Miljøstyrelsen, 2010c).

Effekt: Afværgeren vil have effekt umiddelbart efter, at anlægsarbejdet er afsluttet. Ved tætning med en diffusionshæmmende membran vil det udførte arbejde i membransamlinger, tætninger langs rørgennemføringer og langs lodrette flader være foranstaltningens absolutte sårbare punkt. Metoden er derfor behæftet med nogen usikkerhed. Der kan ikke påregnes 100 % tætning. Metoden, hvor der foretages montage på kælderloftet, er ikke tidligere afprøvet, hvorfor der ikke foreligger praktiske erfaringer med foranstaltningen. Ved udenlandske projekter, hvor diffusionstætte membraner er udlagt under tæpper i beboelsen er påvist reduktionseffekter på op til 50%. Samtidig konkluderes det, at det ved metoden er vanskeligt at opnå en væsentligt højere effekt og dette primært pga. den vanskelige montage. Der påreg-

nes derfor en fortsat diffusiv og konvektiv forurenings-spredning visse steder. Montage på kælderlofter vurderes at være behæftet med omtrent samme usikkerhed og samme effekt. Bl.a. på baggrund af dette vurderes det muligt at opnå reduktioner i indeklimapåvirkningen på 10-50 %. Vurderingen er behæftet med stor usikkerhed.

Miljøprofil: *Negativ effekt.* Foranstaltningen vil indebære, at beboerne udsættes for støjgener i anlægsfasen, dog i begrænset omfang (etablering af "forskalling"). I anlægsfasen må det forventes, at adgang til kælderen kun er mulig i begrænset omfang (2 - 6 dage). Foranstaltningen er varig og synlig og kan i visse tilfælde virke visuelt skæmmende, medmindre der etableres en afsluttende afdækning af membranen (eksempelvis med listeloft eller lign.). *Positiv effekt.* Indeklimapåvirkningen med forureningskomponenter reduceres. Hvis der foretages en afsluttende afdækning af membranen, kan afværgeren desuden medvirke til at forskønne kælderlokalerne og derved evt. give nye anvendelsesmuligheder (forbedret kældermiljø).

Etablering: Arbejdet udføres af en tømrer eller lign. Svejsearbejde i membranmaterialet kan kun udføres af en autoriseret entreprenør og i henhold til leverandørens anvisninger. Eventuelt pudsearbejde udføres af en murerentreprenør eller lign. I etableringsfasen kræves stor omhyggelighed og opmærksomhed for at opnå et godt resultat. Kælderens størrelse og indretning (et eller flere rum) har betydning for, hvor hurtigt arbejdet kan afsluttes. Der kan dog typisk regnes med en samlet anlægsperiode på ca. 2 dage for et kælderareal på op til 15 m² og 6 dage for et kælderareal på op til 100 m². Det anbefales at udføre sporgasmålinger til tæthedsvurdering af membranen, inden arbejdet afleveres.

Drift: Der er ingen driftstekniske tilsyn eller vedligeholdelse ved metoden. Løbende tilsyn med membranens generelle tilstand kan dog være nødvendig i visse tilfælde, da en evt. perforering pga. aktiviteter i kælderen kan ødelægge membranen og dermed give nedsat effekt.

Monitering: Monitoringsprogrammet kan minimeres til en indledende dokumentation og en begrænset efterfølgende kontrol og evt. projektilpasning.

Indkøring. Der er ingen indkøring af foranstaltningen. *Drift.* Indeklimamålinger før opstart af afværge og under drift (eksempelvis efter 1 og 6 mdr.) Da der evt. vil ske en målbar opkoncentrering af forureningsdampe i kælderen, bør første dokumentationsmålerunde først gennemføres, når der forventes at være indtruffet en ligevægtstilstand i forureningskoncentrationen. Ligevægtstilstanden forventes at være indstillet efter ½-1 måned, hvorefter første monitoringsrunde gennemføres. Moniteringen udføres hurtigst muligt med henblik på at vurdere, om foranstaltningen har haft den ønskede effekt, eller om tiltaget evt. skal suppleres med yderligere indgreb. *Kommentar.* Indeklimamålinger (før og under drift) skal tilstræbes udført i en periode med begrænset udluftning (gerne efterår/vinter). I modsat fald kan effekten af almindelig udluftning vanskeliggøre tolkningen af dokumentationsmålingerne.

Økonomi: Prisniveauet for levering af membran er ca. 250-500 kr./m² (inkl. sammensvejsning af membranfla-

de efter mål). For montage i ét rum (ca. 15 m² kælder) må påregnes ca. 2 arbejdsdage (2 mand). For montage i 100 m² kælder (4-5 rum) må påregnes ca. 6 arbejdsdage (2 mand), hvilket svarer til henholdsvis 100 kr./m² (1.500 kr. pr. 15 m²) og 50 kr./m² (5.000 kr. pr. 100 m²). Derved opnås en samlet pris for henholdsvis 15 m² og 100 m² på ca. 3000 kr. og 13.000 kr. Ved svejsearbejde på lokaliteten (autoriseret membransvejsere) må påregnes en ekstraudgift på 7.000-10.000 kr. pga. transport til og fra København, logi mv. Klargøring af arbejdsområderne (nedtagning af puds og efterfølgende rengøring, pudsearbejde mv.) kan udgøre en væsentlig del af udgiften og kan i varierende omfang være en nødvendighed forud for montagen. Rydning af kælderarealer (opmagasinerede møbler og lign.) kan være nødvendigt i et vist arbejdsomfang for at opnå tilstrækkelig arbejdsplads. Sådanne ydelser er ikke indeholdt ovenfor, da omfanget vil variere i ukendt omfang. Som regel må det dog forventes, at omfanget vil være minimalt. Såfremt arbejdet udbygges til at omfatte en afsluttende afdækning af membranen (eks. gipsbeklædning), skal der påregnes en samlet mer-arbejds- og materialepris på ca. 400-500 kr./m². Den afsluttende beklædning vil oftest være nødvendig af brandtekniske hensyn. I så fald vil tiltaget i større eller mindre grad øge ejendommens værdi, hvorfor det derfor ofte vil være muligt at inddrage grundejeren i de forberedende arbejder. For en eventuelt senere projektudvidelse til eksempelvis simpel aktiv ventilation af kælderen skal påregnes en ekstraudgift på 20.000-50.000 kr.. *Drift*. Ingen udgifter. *Monitering*. 1. år: (efter 1 og 6 måneder): 15.000 kr.

Særlige opmærksomhedspunkter: En forudgående bestemmelse af forureningskilden/ spredningsvejene er væsentlig, da effekten af afværgen er betinget af, at indeklimapåvirkningen primært stammer fra en underliggende poreluftforurening, og at denne primært spredes til beboelsen via kælderen. Ved den byggetekniske gennemgang er det endvidere vigtigt, at der ved en besigtigelse af kælderen foretages en byggeteknisk tilstandsvurdering af kælderloftet og herved en vurdering af omfanget for de nødvendige forberedende arbejder. Endvidere foretages en vurdering af temperatur- og fugtforhold i kælderen kontra den overliggende etage.

Ved stor temperaturforskel imellem de to etager kan der opstå problemer med kondensering på membranens overside (mellem membranen og kælderen oprindelige loftslade). Der foretages en risikovurdering i hvert enkelt tilfælde. Ligeledes foretages en vurdering af de brandtekniske krav. Oftest vil en yderbeklædning (eks. gips) være nødvendig (klasse 2 beklædning i henhold til gældende bygningsreglement). Valutect-membranen anvendes i Tyskland ved direkte opklæbning uden yderligere beklædning. Membranen er ikke brandteknisk godkendt for en sådan montage i Danmark. Alle ovenstående forhold er af vigtig betydning for en indledende vurdering af, om metoden er egnet/uegnet. For at opnå en målbar reduktion af indeklimapåvirkningen skal der etableres en forbedret tæthed i kælderloftet. Materialevalg og arbejdsprocedurer, hvorved dette opnås, skal derfor vælges, tilrettelægges og udføres med omhu. R.A.C. membranen (som fabrikat Icopal) vurderes p.t. at være det bedste danske bud for valg af diffusionshæmmende membran. Tilbageholdelsesevnen er her væsentligt højere end ved anvendelse af både traditionelle dampspærre og særligt fugtdiffusionstætte membraner (som f.eks. Reflex, fabrikat Icopal). Membranens diffusionstæthed er testet ved forsøg hos DTI Institut for Plast Teknologi). Der er påvist diffusionstæthed over for methan, toluen, xylene, acetone, TCE, m.fl. Diffusionstætheden for R.A.C membranen er for Methan ved gentagne forsøg påvist at være 0,0019 cm³/h*m². Reflex er påvist med en tæthed på ca. 2 cm³/h*m². Andre sammenlignelige membraner har en tæthed på 8-42 cm³/h*m². Tætheden afhænger fuldstændigt af tilstanden for den i membranen indbyggede aluminiumsfolie. Folien kan styrkemæssigt sammenlignes med en traditionel husholdnings aluminiumsfolie og er derfor følsom over for stræk. Den armerede geomembran er medvirkende til at minimere risikoen for strækmæssige overbelastninger. Der bør dog i forbindelse med montagen tages hensyn til, at membranen på dette punkt ikke lider overlast. Et alternativ til den danske membran kan være det tyske produkt Valutect.

Sammenfattende vurdering: Metoden er velegnet til afværge over for moderate indeklimapåvirkninger. Afværgen er ikke afhængig af geologiske forhold, men derimod afhængig af eksisterende og fremtidige bygningstekniske forhold (fysiske). Metoden er behæftet med relativt stor usikkerhed, da tiltaget alene er et begrænset indgreb iværksat i kælderen. Udgangspunktet for foranstaltningen er endvidere, at den primære forureningsspredning til bygningen sker ved diffusiv og konvektiv transport af forurenede poreluft ind gennem kælderen. En forudgående fastlæggelse af spredningsvejene i bygningen vil imidlertid oftest være behæftet med nogen usikkerhed og i visse tilfælde stor usikkerhed, hvorved effekten af tiltaget ligeledes kan være behæftet med stor usikkerhed. Fejlbehæftede vurderinger af spredningsvejene i bygningen kan derfor bevirke en ringe resulterende afværgeeffekt. Viser det sig, at membranen ikke yder tilstrækkelig tæthed, er det relativt billigt at udbygge foranstaltningen til eksempelvis at omfatte en aktiv ventilation i kælderen. Endvidere skal det bemærkes, at der kan ske en betydende spredning op gennem væggene og ind ovenover membranen. Spredning ind gennem bygningens øvrige gulve (hvis kælderen ikke dækker det fulde bebyggede areal) kan ligeledes være betydende. Viser det sig derefter, at spredningen gennem bygningens øvrige gulve (hvor kælderen udgør et mindre areal) ligeledes er af afgørende betydning, kan foranstaltningen udvides til eksempelvis en passiv/aktiv ventilation af det kapillarbrydende lag (ca. 100-300.000 kr.). Metoden med membran på kælderloft kan typisk anvendes som en indledende foranstaltning i bygninger, hvor kældergulvet er af middel til ringe stand (nedsat tilbageholdelsesevne over for forurenede poreluftbidrag), og hvor ventilation af kælderen ikke vurderes at være tilstrækkelig. Som en flertrinsløsning udvides foranstaltningen efter behov, afhængigt af de løbende monitoringsresultater. Ved metoden sker der ingen oprensning. Det vil derfor være et permanent krav, at membranen er intakt (tæt). Foranstaltningen er billig og hurtig at etablere. Effekten er relativt usik-

DB-1

ker. Membranen kan alternativt indbygges i et nyt kældergulv (betongulv) eller ved udlægning under de eksisterende tæpper i den eksisterende bolig. Førstnævnte løsning er nærmere omtalt på datablad DB4 (udskiftning af kældergulve).

Detailmateriale se bilag F1.

Se endvidere eksempeldatablad DB5.1 (ventilation af kælderetage), DB10.1, DB10.2, DB11.1, DB12.1 (ventilation/sug af kapillarbrydende lag aktiv/passiv, med /uden luftindtag)

Membran på gulv

Funktion: Ved at etablere en forbedret tætning af terrændækket eller en etageadskillelse med en diffusionshæmmende membran reduceres forureningsspredningen til indeklimaet og mellem etagerne. Tætningen minimerer den diffusive og konvektive indtrængning gennem terrændækket eller etageadskillelsen. Metoden anvendes typisk i de tilfælde, hvor gulvene eksempelvis er præget af betydende svindrevner, sætningsrevner o.lign. Metoden kan anvendes alene eller i kombination med eksempelvis udskiftning af gulve, ventilation, luftrensning eller lign. Ved metoden foregår der ingen kildefjernelse.

Anlægsbeskrivelse: Den eksisterende gulvkonstruktion klargøres for montage af membranen. Klargøringen indebærer overordnet, at overfladen gøres jævn og stabil (evt. løsthængende puds fjernes). Skarpe kanter og ujævnheder reparerer. Som membran anvendes et diffusionshæmmende materiale, der samtidig har en styrke, der kan matche den aktuelle fysiske påvirkning. Det anbefales, at der bruges en membran med en tykkelse på mindst 0,2 mm, en brudtøjning, der er mindst 200 %, samt en brudstyrke større end 8 N/mm². Som membranmateriale kan eksempelvis anvendes en R.A.C membran (fabrikat Icopal) eller Valutect (tysk membran, pt. uden forhandler i Danmark), eller en Liquid Boot membran (fabrikat Cetco) som er en diffusionshæmmende membran, der sprøjtes på. R.A.C membranen er opbygget af en 0,4 mm geomembran (giver membranen styrke for ydre fysisk påvirkning) og 12 mikron aluminiumsfolie samt 0,4 mm polyethylen film (diffusionshæmmende over for TCE, benzen mv.). Samme fabrikat leverer en anden membran benævnt Reflex. Membranen er tyndere og derved lettere at håndtere, men har ikke nær den samme tilbageholdelsesevne (anvendes primært som dampspærre i svømmehaller o.lign.). Valutect membranen er ligeledes en meget tynd membran. Denne er bl.a. tæthedstestet for PCE og anvendes i Tyskland ved opklæbning (som tapet) til lofts- og vægbeklædninger i idriftværende renserier. Liquid boot er en to-komponent membran, som kan etableres på nye og eksisterende gulvkonstruktioner. Membranen består af latex og bitumen (komponent1) samt en væske, hvis indhold ikke er oplyst (komponent2). Membranen etableres ved påsprøjtning på oversiden af gulvkonstruktionen (nyetableret eller eksisterende). Membranen kan fint fastgøres/klæbe til væg- og gulvkonstruktioner af beton. Membranen påføres i en tykkelse på ca. 2,5 mm, svarende til ca. 5 kg/m².

De diffusionstætte membraner kan med fordel afsluttes med udlægning af en beskyttende geotekstil, inden der udlægges en ny gulvbelægning eller slidlag.

Ved valg af eksempelvis R.A.C. membranen udlægges der først et beskyttende lag geotekstil på den eksisterende gulvbelægning. Herefter udlægges membranen, som sammensvejses. Mellem membranen og "væggen" udføres afslutningsvis en diffusionstæt elastisk fuge. Samtidig presses membranen ud mod væggen af fleksible klemskinner (fiberlister, som medleveres fra leveran-

døren). Klemskinnerne fastgøres ved at bore listerne fast i væggen og dermed ved en perforering af membranen i borehullerne. Hullerne tætnes som beskrevet ovenfor. R.A.C membranen leveres enten i ruller af 2 meters bredde eller i færdigsvejst mål tilpasset de enkelte rum. Ved levering af membran i mål tilpasset det enkelte rum er tæthed sikret ved svejsning af samlinger i membranen. Hvis membranen alternativt leveres som banevare, kan tæthed sikres med klemte og fugede samlinger. Ved alle samlinger af membranen udføres ca. 20 cm overlæg. Mellem de to overlæg påføres et lag diffusionstæt fugemasse eller lignende. Hvert overlæg sammenklemmes ved at fastskrue et bræt med forborede huller pr. ca. 30 cm. Perforeringen tætnes som beskrevet ovenfor. Ethvert overlæg udføres minimum med en tæthed som beskrevet ovenfor. Ved en indledende besigtigelse foretages en vurdering af, hvordan montagen kan gennemføres. Placering af rørgennemføringer (faldstammer, vandrør, radiatorer mv.) kan være afgørende for, om der kan anvendes færdigsvejste membranstykker (rumvis), eller om samling på stedet vil være nødvendig. I hjørner må der ikke foretages tilskæring af membranen. Membranen foldes for derved at minimere risikoen for lækage i hjørnerne. Ved foranstaltningen reduceres den eksisterende frihøjde med ca. 5 cm.

Ved etablering af en diffusionshæmmende sprøjtemembran af typen Liquid Boot skal man inden påføring sikre sig, at der er sket en korrekt klargøring og rengøring af den overflade, hvor membranen ønskes påsprøjtet. Den sprøjtemæssige påføring indebærer, at membranen kan etableres uden samlinger og nødvendige overlap på membranen. Membranen kan slutte tæt omkring rørgennemføringer uden etablering af særlige rørgennemføringer og uden mekanisk fastgørelse (klem-lister). Endvidere er fastgørelse til vægge, der er ujævne, også en mulighed. Disse forhold medvirker til at sikre etableringen af en tæt membran.

Liquid Boot® skal etableres af autoriseret personale, og både inden og efter etableringen af membranen skal der foretages en inspektion og kvalitetssikring.

I forbindelse med etableringen af membranen vil der ske afdampning fra det påførte membranmateriale. Membranen vil ifølge leverandøren være fuldt hærdet i løbet af 78 timer, hvor også afdampningen vil ophøre. Det vurderes, at denne afdampning primært er knyttet til bitumen (komponent1).

Etablering af en diffusionshæmmende membran kan efter behov nemt suppleres med at omfatte eksempelvis en ventilation af kælderen. For en nærmere beskrivelse af denne henvises til datablad DB5.

Det skal bemærkes, at samlinger ved overlæg på membranen, ved rørgennemføringer og langs lodrette flader er et meget sårbart punkt ved teknikken, særligt ved de sammensvejste membraner. Fejlagtig montage eller sjudsk kan resultere i markant nedsat effekt eller evt. ingen effekt.

DB-2

For at sikre, at udlægningen af membranen er udført korrekt, og at der ikke forekommer utætte samlinger, kan der efter montering udføres sporgasmålinger. Sporgasmålingerne udføres ved at udlæde en fermier sporgas med 5% H₂ og 95% N₂ under gulvkonstruktionen. Imens foretages der måling med en gasdetektor i stueetagen oven over for at vurdere spredningen igennem loft og gulvkonstruktion. Der måles generelt over hele gulvfalden samt langs samlinger mellem gulv og væg, revner i gulvene, langs rørføringer, over afløb samt ved sætningsskaderne i væggene og lignende potentielle spredningsveje.

Effekt: Afværgeren vil have effekt umiddelbart efter, at anlægsarbejdet er afsluttet. Ved tætning med en diffusionshæmmende membran vil det udførte arbejde i membransamlinger, tætninger langs rørgennemføringer og langs lodrette flader være foranstaltningens absolutte sårbare punkt. Metoden er derfor behæftet med nogen usikkerhed. Der kan ikke påregnes 100 % tætning. Ved udenlandske projekter, hvor diffusionstætte membraner er udlagt under tæpper i beboelsen, er påvist reduktionseffekter på op til 50%. Samtidig konkluderes det, at det ved metoden er vanskeligt at opnå en væsentlig højere effekt og dette primært pga. den vanskelige montage. Der påregnes derfor en fortsat diffusiv og konvektiv forureningsspredning visse steder. Bl.a. på baggrund af de udenlandske erfaringer vurderes det muligt at opnå indeklimareduktioner på 10-50%.

Miljøprofil: *Negativ effekt.* Foranstaltningen vil indebære, at beboerne skal rydde alle de rum, der etableres membran i, og at de udsættes for støjgener i anlægsfasen dog i begrænset omfang. I anlægsfasen må det forventes, at der i en periode på ca. 1 uges tid ikke er adgang til de berørte rum. Foranstaltningen er varig. *Positiv effekt.* Indeklimapåvirkningen med forureningskomponenter reduceres.

Etablering: Arbejdet med etablering af den diffusionshæmmende membran skal både for den svejste membran og for den påsprøjtede membran udføres af en autoriseret entreprenør og i henhold til leverandørens anvisninger. Eventuelt pudsearbejde udføres af en murerentreprenør eller lign. I etableringsfasen kræves stor omhyggelighed og opmærksomhed for at opnå et godt resultat. Der kan dog typisk regnes med en samlet anlægsperiode på ca. 1-2 uger for - afhængig af det areal, der ønskes - tætning. Det anbefales at udføre sporgasmålinger til tæthedsvurdering af membranen, inden arbejdet afleveres.

Drift: Der er ingen driftstekniske tilsyn eller vedligeholdelse ved metoden. Der skal dog være opmærksomhed omkring tætning, hvis der foretages gennemboring af membranen.

Monitering: Monitoringsprogrammet kan minimeres til en indledende dokumentation og en begrænset efterfølgende kontrol og evt. projektilpasning.

Indkøring. Der er ingen indkøring af foranstaltningen.

Drift. Indeklimamålinger for opstart af afværge og under drift (eksempelvis efter 1 og 6 mdr.). Ligevægtstilstanden forventes at være indstillet efter ½-1 måned, hvorefter første monitoringsrunde gennemføres. Moni-

teringen udføres hurtigst muligt med henblik på at vurdere, om foranstaltningen har haft den ønskede effekt, eller om tiltaget evt. skal suppleres med yderligere indgreb. *Kommentar.* Indeklimamålinger (før og under drift) skal tilstræbes udført i en periode med begrænset udluftning (gerne efterår/vinter). I modsat fald kan effekten af almindelig udluftning vanskeliggøre tolkningen af dokumentationsmålingerne.

Økonomi: Prisniveauet for levering af membran er ca. 250-500 kr./m² (inkl. sammensvejsning af membranflade efter mål). Klargøring af arbejdsområderne (nedtagning af puds og efterfølgende rengøring, pudsearbejde mv.) kan udgøre en væsentlig del af udgiften og kan i varierende omfang være en nødvendighed forud for montagen. Rydning af arbejdsområdet er nødvendigt i de rum, hvor membranen skal etableres. Sådanne ydelser er ikke indeholdt ovenfor, da omfanget vil variere i ukendt omfang. Efter udlægning af membranen skal denne beskyttes enten af et slidlag eller en ny gulvbeklægning (evt. trægulv). Omkostningerne til dette må påregnes at være mellem 200-500 kr. m².

For en eventuelt senere projektudvidelse til eksempelvis aktiv ventilation af kælderen skal påregnes en ekstraudgift på 30.000 kr. *Drift.* Ingen udgifter. *Monitering.* 1. år: (efter 1 og 6 måneder): 15.000 kr.

Særlige opmærksomhedspunkter: En forudgående bestemmelse af forureningskilden/ spredningsvejene er væsentlig, da effekten af afværgeren er betinget af, at indeklimapåvirkningen primært stammer fra en underliggende poreluftforurening, og at denne primært spredes til beboelsen. Ved den byggetekniske gennemgang er det endvidere vigtigt, at der ved en besigtigelsen foretages en byggeteknisk tilstandsvurdering af terrændækket og herved en vurdering af omfanget for de nødvendige forberedende arbejder. For at opnå en målbar reduktion af indeklimapåvirkningen skal der etableres en forbedret tæthed af terrændækket. Materialevalg og arbejdsprocedurer, hvorved dette opnås, skal derfor vælges, tilrettelægges og udføres med omhu. Liquid Boot (som fabrikat Cetco) eller R.A.C. membranen (som fabrikat Icopal) vurderes p.t. at være det bedste danske bud for valg af diffusionshæmmende membran. Tilbageholdelsesevnen er her væsentligt højere end ved anvendelse af både traditionelle dampspærre og særligt fugtdiffusionstætte membraner (som f.eks. Reflex, fabrikat Icopal). Membranens diffusionstæthed er for R.A.C. membranen testet ved forsøg hos DTI Institut for Plast Teknologi og for Liquid Boot i USA ved forskellige ASTM -test. Der er påvist diffusionstæthed over for methan, toluen, xylene, acetone, TCE, PCE, radon m.fl. Diffusionstætheden for R.A.C membranen er for methan ved gentagne forsøg påvist at være 0,0019 cm³/h*m². Tætheden afhænger fuldstændigt af tilstanden for den i membranen indbyggede aluminiumsfolie. Folien kan styrkemæssigt sammenlignes med en traditionel husholdnings aluminiumsfolie og er derfor følsom over for stræk. Den armerede geomembran er medvirkende til at minimere risikoen for strækmæssige overbelastninger. Der bør dog i forbindelse med montagen tages hensyn til, at membranen på dette punkt ikke lider overlast. Diffusionstætheden for Liquid boot er for benzen 1,4 * 10⁻¹³ m²/s, for TCE 8,04 * 10⁻¹⁴ m²/s og for PCE 2,74 * 10⁻¹³

m²/s. Her er tætheden afhængig af en korrekt påsprøjtning.

Sammenfattende vurdering: Metoden er velegnet til afværge over for moderate indeklimapåvirkninger. Afværgeren er ikke afhængig af geologiske forhold, men derimod afhængig af eksisterende og fremtidige bygningstekniske forhold (fysiske). Udgangspunktet for foranstaltningen er endvidere, at den primære forureningsspredning til bygningen sker ved diffusiv og konvektiv transport af forurenede poreluft ind gennem terrændækket. En forudgående fastlæggelse af spredningsvejene i bygningen vil imidlertid oftest være behæftet med nogen usikkerhed og i visse tilfælde stor usikkerhed, hvorved effekten af tiltaget ligeledes kan være behæftet med usikkerhed. Fejlbehæftede vurderinger omkring spredningsvejene i bygningen kan derfor bevirke en ringe resulterende afværgeeffekt. Viser det sig, at membranen ikke yder tilstrækkelig tæthed, er det relativt billigt at udbygge foranstaltningen til eksempelvis at omfatte en aktiv ventilation i en evt. kælder eller ved at bore dræn ind under det eksisterende gulv. Som en flertrinløsning udvides foranstaltningen efter behov, afhængig af de løbende monitoringsresultater. Ved metoden sker der ingen oprensning. Det vil derfor være et permanent krav, at membranen er intakt (tæt). Effekten er relativt usikker. Membranen kan alternativt indbygges i et nyt gulv (betongulv).

Detailmateriale se bilag F2.

Se endvidere eksempeldatablad DB5.1, (ventilation af kælderetage), DB10.1, DB10.2, DB11.1, DB12.1 (ventilation/sug af kapillarbrydende lag aktiv/passiv, med /uden luftindtag)

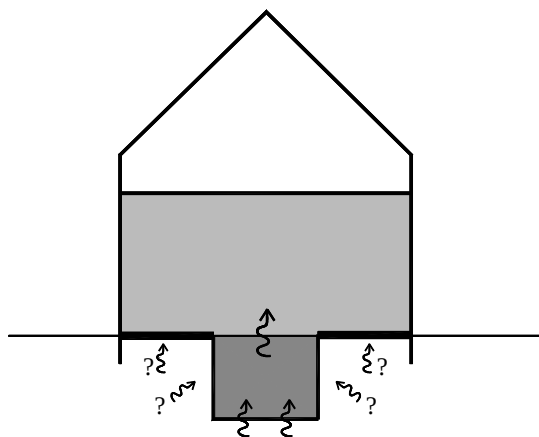
Maling af kælder

Funktion: Ved at etablere en forbedret tætning af kældergulve og -vægge reduceres den diffusive og konvektive indtrængning af forurenede poreluft til kælderen. Derved reduceres forureningspotentiallet for spredning gennem kælderloft/trappeopgang til de overliggende etager. Det er en forudsætning, at både gulve og vægge er i relativt god stand og ikke er påvirket af væsentlig fugtindtrængning, da dette kan vanskeliggøre behandlingen. Foranstaltningen udføres i ejendomme, hvor gulvene eksempelvis er præget af betydelige svindrevner pga. for hurtig afhærdning under udstøbning o. lign. Metoden anvendes typisk i ejendomme, hvor kælderen alene udgør en mindre del af det bebyggede areal, og hvor gulvene i kælderen er i dårligere stand end de øvrige gulve. Metoden kan dog også anvendes i ejendomme med fuld kælder og her typisk i det tilfælde, hvor ventilation af kælderen (som eneste tiltag) ikke vurderes at have tilstrækkelig effekt (eksempelvis en "åben kælder"). Maling af kældergulve og -vægge er et oplagt alternativ til den mere radikale løsning, hvor der foretages en udskiftning af gulvene, eller i stedet for at sprøjte en membran på det eksisterende gulv. Metoden kan anvendes som en permanent særskilt afværge over for ejendomme, der er påvirket i mindre til moderat grad og uden udeluftspåvirkning. Ved metoden foregår ingen kildefjernelse.

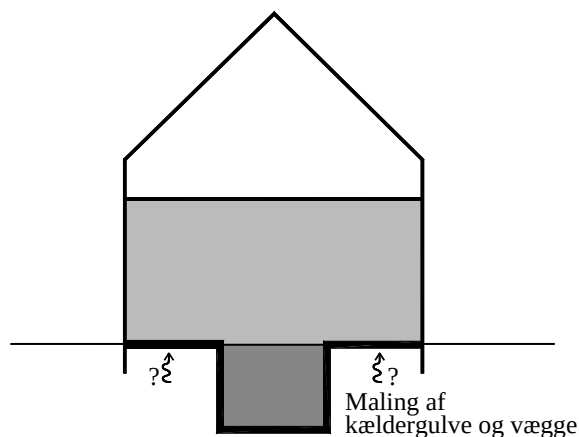
Anlægsbeskrivelse: Generelt påføres både gulve og vægge en diffusionshæmmende epoxybaseret maling. Forinden foretages klargøring i nødvendigt omfang (gulve, vægge og alle grænseflader mellem disse). Ved sammenligning med teknikken "udskiftning af gulve" udføres tiltaget uden stabilitetsmæssige risici og uden ændring af eksisterende frihøjde, hvilket i visse tilfælde kan være af afgørende betydning for tilvalg af metoden. *Gulve.* Den eksisterende gulvbelægning rengøres oftest ved slibning med karborundmsliber eller lignende og støvsugning. Eventuelle skader udbedres ved pudsnings af gulvet. Herefter grundes gulvfladen med epoxycementmørtel og påføres ca. 2 mm belægning med tandspatel (epoxycementmørtel) over hele gulvets overflade (afhærdningstid ca. 36 timer). Afslutningsvis påføres 2 lag vandbaseret epoxymaling. *Vægge.* Behandling af kældervæggene udføres sædvanligvis i kældervæggens fulde

højde. I ældre ejendomme er indervæggene ofte kalkpudsede. For at opnå optimal vedhæftningsevne for den diffusionshæmmende maling fjernes pudsen, og evt. løse fuger fjernes, hvorefter væggen afvaskes. Fuger efterfyldes, og væggen spartles med en tæt epoxycement. Væggen topcoates til sidst med 2 lag vandbaseret epoxymaling. Ved fugt i vægge kan indtrængning hindres ved en indledningsvis coating af kældervæggene (vandtætning). En sådan tætning er dog behæftet med en vis risiko for optrængning af fugt i overliggende konstruktioner og dermed risiko for råddannelse i eksempelvis overliggende trægulvkonstruktioner mv. Den samlede hærdningstid for behandlingen, gældende for både vægge og gulve, er ca. 14 dage. Hærdningsprocessen er dog meget temperaturafhængig, hvor en lav rumtemperatur vil forlænge hærdningstiden væsentligt. Det anbefales, at behandlingen foretages under temperaturforhold på mellem 15-20 °C og frarådes uden for intervallet 10-35 °C. Foranstaltningen har en levetid på maks. 10 år (svarende til slidgaranti i gangarealer) forudsat, at gulve og vægge ikke udsættes for væsentlige fugtpåvirkninger (indtrængning af jordfugt), og at overfladen ikke lider fysisk overlast/beskadiges ud over almindeligt slid. Metoden er ikke tidligere anvendt som eneste foranstaltning.

Effekt: Afværgeren har effekt umiddelbart efter, at anlægsarbejdet er afsluttet. Ved tætning med diffusionshæmmende maling kan der ikke påregnes 100 % tætning. Der vil derfor fortsat ske en mindre diffusion gennem den samlede flade og evt. i samlinger mv., hvor overfladen evt. ikke er tætnet efter forskriften. Der vurderes at kunne opnås reduktioner i indeklimapåvirkningen på 30-50 %. Der foreligger ingen praktiske erfaringer med foranstaltningen, hvor det har været muligt at foretage en særskilt vurdering af effekten af at male kældergulve og -vægge med diffusionshæmmende maling. Effekten af tiltaget er derfor vurderet ud fra teoretiske betragtninger og praktiske erfaringer med sammenlignelige afværgetiltag. Vurderingen er behæftet med særdeles stor usikkerhed.



Figur 1: Principskitse - spredningsveje før foranstaltningen



Figur 2: Principskitse - spredningsveje efter foranstaltningen

Miljøprofil: *Negativ effekt.* Foranstaltningen vil indebære, at beboerne kan udsættes for støv (murstøv) og støjgener (slibearbejde) i forbindelse med klargøring af overflader. Omfanget af generne afhænger i høj grad af den byggetekniske tilstand for gulve og vægge (behovet for udbedring af skader, slibning osv.) og af den aktuelle anvendelse i kælderen (det kælderrum, hvori der arbejdes, vil ikke være tilgængeligt under arbejdets udførelse). Arbejde med vandbaseret epoxymaling som fab. Sikagard/Sikafloor er arbejdsmiljømæssigt klassificeret ved MAL-kode 00 – 5 (1993), hvilket fordrer ansigts-skærm (stænk i øjne) samt hansker, hætte og engangsdragt (hudkontakt). Åndedrætsværn er ikke påkrævet. Arbejdets udførelse er fra fabrikantens side oplyst til ikke at være forbundet med afdampningsmæssige gener. *Positiv effekt.* Indeklimapåvirkningen med forureningskomponenter reduceres. Afværgen vil desuden medvirke til at forskønne kælderlokalerne og derved evt. give nye anvendelsesmuligheder (forbedret kældermiljø).

Etablering: Produkterne er omfattet af epoxy- og polyethanbekendtgørelsen, hvorfor alle, der arbejder med produkterne, skal gennemgå en særlig uddannelse, godkendt af Arbejdstilsynet. Etableringsfasens længde afhænger i høj grad af klargøringsarbejdets omfang. Kælderens størrelse og indretning (et eller flere rum) har ligeledes betydning for, hvor hurtigt arbejdet kan afsluttes. Den samlede anlægsperiode, hvor tørretider udgør den væsentligste del af perioden, er ca. 14 dage (op til 100 m²). Største gene for beboerne under etablering er støv og støjgener i forbindelse med klargøringsarbejdet.

Drift: Der er ingen driftsteknisk tilsyn eller vedligeholdelse ved metoden (dog maks. 10 års levetid ved alm. slid). Løbende tilsyn med kælderen generelle tilstand anbefales dog, da fugtindtrængning og lign. kan ned-sætte "levetiden" /vedhæftningsevnen for den diffusion-hæmmende maling.

Monitering: Monitoringsprogrammet kan minimeres til en indledende dokumentation og en begrænset efterfølgende kontrol og evt. projektilpasning.

Indkøring. Der er ingen indkøring af foranstaltningen.

Drift. Indeklimamålinger før opstart af afværge og under drift (eksempelvis efter 1 og 6 mdr.). Ligevægtstilstanden forventes at være indstillet efter ½-1 måned, hvorefter første monitoringsrunde kan gennemføres. Monitoringen udføres med henblik på at vurdere, om foranstaltningen har haft den ønskede effekt, eller om tiltaget evt. skal suppleres med yderligere indgreb. Et supplement kunne f.eks. være at iværksætte en aktiv ventilation i kælderen. Det kan være vanskeligt på forhånd at bedømme, om en diffusion ind gennem gulv og vægge fortsat er betydelig. Spredning ind gennem bygningens øvrige gulve (hvis kælderen ikke dækker det fulde bebyggede areal) kan ligeledes være betydelige.

Kommentar. Indeklimamålinger (før og under drift) skal tilstræbes udført i en periode med begrænset udluftning (gerne efterår/vinter). I modsat fald kan effekten af almindelig udluftning vanskeliggøre tolkningen af dokumentationsmålingerne.

Økonomi: Prisniveauet for maling og klargøring ligger på mellem 225,- og 325,- kr./m² for kældergulve og på mellem 200,- og 400,- kr./m² for kældervægge. Klargøring af arbejdsområderne (rengøring, slibning, reparationsarbejde mv.) kan udgøre en væsentlig del af udgiften og er samtidig en nødvendighed for at opnå en passende overflade, idet malerarbejdet påbegyndes. Rydning af kælderarealer (opmagasinerede møbler og lign.), demontering af fyringsolietanke mv. vil ligeledes øge omkostningerne. Sådanne ydelser er ikke indeholdt ovenfor. Malerarbejdet og "renoveringsarbejdet" vil i større eller mindre grad øge ejendommens værdi, hvorfor det derfor ofte vil være muligt at inddrage grundejeren i denne del af arbejdet. Alternativt bør metoden primært anvendes, hvor kælderen er ubenyttet, eller hvor en rydning relativt nemt kan gennemføres. For en eventuel senere projektudvidelse til eksempelvis aktiv ventilation af kælderen skal påregnes en ekstraudgift på 20-50.000 kr. *Drift.* Ingen udgifter. *Monitering.* 1. år: (efter 1 og 6 måneder): 15.000 kr.

Særlige opmærksomhedspunkter: En forudgående bestemmelse af forureningskilden/ spredningsvejene er væsentlig, da effekten af afværgen er betinget af, at indeklimapåvirkningen primært stammer fra en underliggende poreluftforurening, og at denne primært spredes til beboelsen via kælderen. Ved den byggetekniske gennemgang er det endvidere vigtigt, at der ved en besigtigelse af kælderen foretages en byggeteknisk tilstandsvurdering af både vægge og gulve (forventet vedhæftningsevne, risiko for fremtidig fugtindtrængning, porositetsvurdering/ overfladestabilitet mv.). Således kan kældervægge og gulve med væsentlig fugtindtrængning ikke males med epoxy, da fugten vil samles bag malingen, og den vil derved afskalle og miste sin effekt. Alle disse forhold er af vigtig karakter for en indledende vurdering af, om metoden er egnet/uegnet. For at opnå en målbar reduktion af indeklimapåvirkningen skal der ved metoden opnås en væsentligt forbedret tæthed i gulve og vægge. Materialevalg og arbejdsprocedurer, hvorved dette opnås, skal derfor vælges, tilrettelægges og udføres med omhu. Endvidere er det vigtigt, at revner og andre skader i betongulvene repareres med særlige epoxymaterialer, da disse hæfter væsentligt bedre på det eksisterende gulv end alm. betonreparationer. Epoxybaseret maling (som fabrikat Sika) vurderes p.t. at være et af de bedste bud for valg af diffusions-hæmmende overfladebehandling (gulve og vægge), når der samtidig skal tages hensyn til, at påføring sker indendørs og i en beboet bolig (arbejdsmiljømæssige hensyn og beboerhensyn). Tilbageholdelsesevnen er her væsentlig højere end ved anvendelse af såkaldte "diffusi-onstætte" traditionelle gulfmalingsstyper som "Flurethan" "Epoxid" mv. Dog skal man være opmærksom på, at der kan være epoxymaling, der er diffusionsåben, særligt de vandbaserede. Derfor bør vælges evt. tyk-filmsepoxy-maling. Der foreligger ingen målrettede kontrolforsøg af tilbageholdelsesevnen over for chlorerede opløsningsmidler. Stoffet er specificeret for en 100 % tilbageholdelsesevne af væsker som ammoniak, benzin, mineralsk olie, saltsyre mv.

Sammenfattende vurdering: Metoden er velegnet til afværge over for moderate indeklimapåvirkninger. Afværgeren er ikke afhængig af geologiske forhold, men derimod i høj grad afhængig af eksisterende og fremtidige bygningstekniske forhold (fysiske). Metoden er behæftet med relativt stor usikkerhed, da tiltaget alene er et begrænset indgreb iværksat i kælderen. Kælderen udgør ofte ikke det fulde bebyggede areal. Udgangspunktet for foranstaltningen er endvidere, at den primære forureningsspredning til bygningen sker ved diffusiv og konvektiv transport af forurenede poreluft ind gennem kælderen. En forudgående fastlæggelse af spredningsvejene i bygningen vil imidlertid oftest være behæftet med nogen usikkerhed og i visse tilfælde stor usikkerhed, hvorved effekten af tiltaget ligeledes kan være behæftet med stor usikkerhed. Fejlbehæftede vurderinger omkring spredningsvejene i bygningen kan derfor bevirke en ringe resulterende afværgeeffekt. Viser det sig, at en transport ind gennem de behandlede kældergulve og -vægge er større end forventet, er det imidlertid relativt simpelt og billigt at udbygge foranstaltningen til at omfatte eksempelvis en ventilation af kælderen (20-50.000 kr.). Viser det sig derefter, at spredningen gennem bygningens øvrige gulve (hvor kælderen er et mindre areal) ligeledes er af afgørende betydning, må foranstaltningen nødvendigvis udvides til eksempelvis også at omfatte en passiv/aktiv ventilation af det kapillarbrydende lag, hvilket ligeledes kan gøres relativt billigt. Foranstaltningen er dog noget mere omfattende end ventilering af kælderen og beløber sig til i størrelsesordenen ca. 100-300.000 kr. Metoden med maling af kældergulve og -vægge anvendes ofte som en indledende foranstaltning i bygninger med en lille kælder, hvor gulvet er af middel til ringe stand (nedsat tilbageholdelsesevne over for forurenede poreluftbidrag), og hvor ventilation af kælderen ikke vurderes at være tilstrækkelig. Som en flertrinsløsning udvides foranstaltningen efter behov, afhængig af de løbende monitoringsresultater. For en nærmere beskrivelse af "ventilation af kælder" og "ventilation af kapillarbrydende lag, aktiv/passiv" henvises til databladene DB5 og DB10-12. Ved metoden med maling af gulve og vægge sker der ingen oprensning. Det vil derfor være et permanent krav, at gulvkonstruktionen er intakt (tæt). Foranstaltningen er billig og hurtig at etablere. Der er en del gener i etableringsfasen, men samtidig ingen gener i driftsfasen og begrænset vedligeholdelse (levetid 10 år). Effekten er relativt usikker.

Detailmateriale se bilag F1.

Se endvidere eksempeldatablad DB5,1 (ventilation af kælderetage), DB10.1, DB10.2, DB11.1, DB12.1 (ventilation/sug af kapillarbrydende lag aktiv/passiv, med /uden luftindtag).

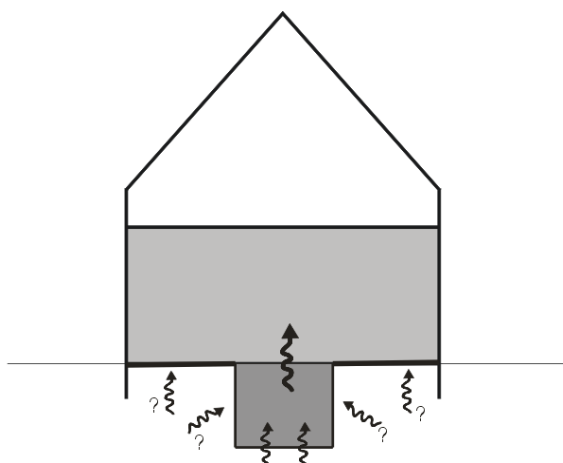
Udskiftning af terrændæk

Funktion: Ved at foretage en udskiftning af terrændæk enten i kælderetagen eller i stueetagen reduceres indtrængningen af forurenede poreluft til indeklimaet. Tætningen minimerer den konvektive og den diffusive indtrængning gennem terrændækket, men hindrer ikke, at der evt. fortsat sker en forureningsindtrængning gennem kældervægge. I visse tilfælde kan det derfor være hensigtsmæssigt at foretage en udbedring af eventuelle markante revner i kældervæggene for derved at eliminere oplagte spredningsveje. Metoden med udskiftning af terrændæk anvendes typisk i de tilfælde, hvor gulvet enten er ubefæstet, eller hvor gulvets tilbageholdelsesevne er særdeles ringe, eksempelvis ved meget revnede betongulve, trægulve, pigstensbelægninger eller tilsvarende. Metoden kan anvendes som en permanent særskilt afværge over for ejendomme, der er påvirket i moderat grad og uden udeluftpåvirkning. Ved metoden foregår ingen kildefjernelse. Det anbefales dog, at man i forbindelse med arbejdet med etablering af nyt terrændæk undersøger, om der skulle findes områder med jordforurening, som nemt kan bortgraves, når gulvene er oppe.

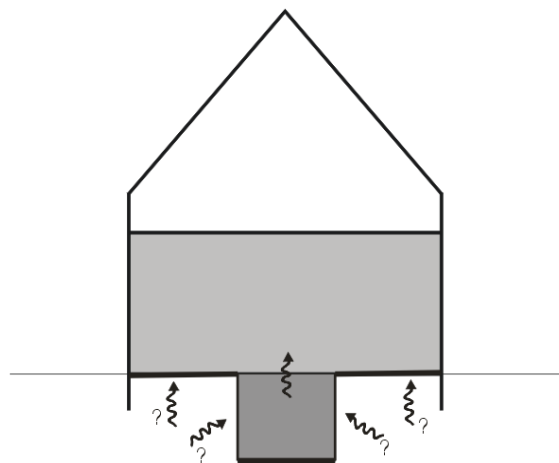
Anlægsbeskrivelse: Den eksisterende belægning fjernes (beton, træ, pigsten osv.). Indgrebet udføres under hensyntagen til bygningens stabilitetsmæssige forhold, og i visse tilfælde kan det være nødvendigt at foretage udstøbning oven på det eksisterende gulv. I ældre ejendomme må de funderingsmæssige forhold i nogle tilfælde forventes at være uegnede for indbygning af gulvkonstruktioner med en tykkelse over 10-15 cm, såfremt den eksisterende frihøjde i rummet skal bibeholdes. Foranstaltningen vil som regel i højere grad have karakter af at være en udbedring/renovering af de eksisterende forhold end at være en "ombygning" (etablering af nyt gulv). Som en del af arbejdet foretages evt. en udskiftning af jorden under gulvet til gruspude (ca. 15 - 25 cm kapillarbrydende grus, der komprimeres). Der udstøbes typisk 10-15 cm armeret betonplade (B25M, moderat miljøklasse – gerne højere). Oven på betonpladen afsluttes der evt. med 2 cm slidlag, alternativt færdigglittet betonpladen. Langs alle kanter ilægges ca. 10 mm kantafgrænsning (som f.eks. lodretstående polystyrol). For at minimere spredning igennem polystyrolen kan der

etableres en hulkehl langs væg og gulv. Hulkehlen vil også gøre rengøring i nemmere. Betonpladen skal afdækkes for at undgå for tidlig udtørring med risiko for svindrevner. Efter en passende afhærdningsperiode på typisk 4 - 8 dage ilægges langs alle kanter en diffusionstæt fuges. Som alternativ kan anvendes et ekspanderende fugebånd (diffusionshæmmende type). Dersom det eksisterende gulv har indbygget isolering, suppleres gulvopbygningen evt. med udlægning af støbebatts (350 cm) under betonpladen. Tætheden i gulvet kan øges ved at foretage indbygning af en diffusionshæmmende membran (eks. RAC membran eller en sprøjtemembran) under betonpladen. Eller alternativt ved afslutningsvis at male gulvet med en diffusionstæt maling. For en nærmere beskrivelse vedrørende "maling af kældergulve" henvises til datablad DB3. Ved indbygning af diffusionstæt membran af typen R.A.C. eller Liquid boot henvises til beskrivelse i DB2. Som supplement til renoveringen af terrændæk foretages evt. en simpel tætning af revner og lignende i kældervægge. Tætning udføres typisk ved indledningsvis at fjerne løsthængende puds og lign. Efterfølgende injiceres revnerne eksempelvis via skrå hulboringer ind til revnen. Injiceringen foretages med fugemasse gennem hullerne, indtil revnen er udfyldt. Alternativt udføres revnetætningen under højt tryk med specialtætnende fugemasse.

Effekt: Afværger har effekt umiddelbart efter, at anlægsarbejdet er afsluttet. Dog skal der være fokus på, at gulvene har været helt væk i perioden, og at der derfor har været øget afdampning. Endvidere kan arbejdet med at fjerne eksisterende gulv og etablering af nye medføre en del rystelser, som kan medføre en øget frigivelse af poreluftforurening. En tætning af terrændækket vil ofte bevirke, at der sker en væsentlig opkoncentrering af forureningsdampe under gulvet. Det er derfor vigtigt, at der er foretaget en vurdering af risikoen for den diffusive og konvektive spredning gennem væggene. Effekten af tiltaget afhænger i høj grad af dette forhold. Der vurderes at kunne opnås reduktioner i indeklimapåvirkningen på 20-80 %. Der foreligger ingen praktiske erfaringer med foranstaltningen, hvor det har været muligt at foretage en særskilt vurdering af effekten af at udskifte terrændækket. Effekten af tiltaget er derfor vurderet ud



Figur 1: Principskitse – spredningsveje før foranstaltningen



Figur 2: Principskitse – spredningsveje efter foranstaltningen

DB-4

fra teoretiske betragtninger og praktiske erfaringer med sammenlignelige afværgetiltag.

Miljøprofil: *Negativ effekt.* En renovering af gulvene vil indebære, at beboerne udsættes for støv og støjgener under arbejdets udførelse. Omfanget af generne afhænger i høj grad af, hvor adgangsvejen er placeret i forhold til den øvrige del af beboelsen, hvor gode adgangsforholdene er (er der plads nok), og hvilket omfang arbejdet har. En opbrydning af et eksisterende betongulv vil være til større gene end det tilfælde, hvor det eksisterende gulv er ubefæstet, og udstøbningen kan ske direkte på det eksisterende gulv. Opbrydning af eksisterende gulve kan give anledning til væsentlige støjgener, eksempelvis ved brug af lufthammer. Ved indbygning af en ny gulvkonstruktion kan der, hvis der ikke tages de rette konstruktionsmæssige hensyn, være risiko for sætningsskader. Ved udskiftning af gulvene i hele boligen vil der være behov for genhusning af beboerne i anlægsperioden. *Positiv effekt.* Indeklimapåvirkningen med forureningskomponenter reduceres. Afværgen vil i nogle tilfælde desuden medvirke til at forbedre bygningen og anvendelsesmulighederne (jævnt, rent kældergulv, bedre isolering).

Etablering: Arbejdet kan udføres af en murerentreprenør. Etableringsfasens længde afhænger i høj grad af arbejdets omfang, herunder særligt arealet samt adgangsforholdene. Klargøring af arbejdsområdet ved eksempelvis opbrydning af eksisterende betongulve forlænger typisk anlægsperioden med 1-30 dage. Størrelse og indretning (et eller flere rum) har ligeledes betydning for, hvor hurtigt arbejdet kan afsluttes. Der kan dog typisk regnes med en samlet anlægsperiode på 30 dage for et areal på op til 30 m². Største gene for beboerne under etablering er støv og støjgener i forbindelse med en eventuel opbrydning af eksisterende gulve og ved transport af materialer i forbindelse med etablering af nyt gulv.

Drift: Der er ingen driftsteknisk tilsyn eller vedligeholdelse ved metoden. Betongulvet har typisk en levetid, der svarer til minimum bygningens samlede levetid.

Monitering: Monitoringsprogrammet kan minimeres til en indledende dokumentation og en begrænset efterfølgende kontrol og tilpasning.

Indkøring. Der er ingen indkøring af foranstaltningen. *Drift.* Indeklimamålinger før etablering af afværge og under drift (eksempelvis efter 3 og 6 mdr.). Indeklimamålingerne suppleres evt. med poreluftmåling under gulvet og udeklimamålinger til belysning af spredningsveje og kildestyrke. Målepunkter til poreluftmålinger under gulvet bør etableres som faste punkter i forbindelse med etablering af de nye gulve for at kunne undgå at skulle bore igennem de nye betongulve. Da der forventes at ske en opkoncentrering under det nye "tætte" kældergulv, er det vigtigt, at første dokumentationsmålerunde først gennemføres, når der forventes at være indtruffet en ligevægtstilstand i forureningskoncentrationen i poreluften under gulvet. Ligevægtstilstanden forventes at være indstillet efter 2-4 måneder, hvorefter første monitoringsrunde gennemføres. Monitoringen udføres hurtigst muligt med henblik på at vurdere, om foranstaltningen har haft den ønskede effekt,

eller om tiltaget evt. nødvendigvis skal suppleres med yderligere indgreb. Et supplement kunne f.eks. være at iværksætte en aktiv ventilation i kælderen. Det kan være vanskeligt på forhånd at fastlægge, i hvilken grad der efter gulvenes tætning vil ske en spredning ind gennem kældervæggene. Endvidere kan spredning ind gennem bygningens øvrige gulve være af større betydning end først antaget. Yderligere dokumentation udføres eksempelvis efter 6 måneder. *Kommentar.* Indeklimamålinger (før og under drift) skal tilstræbes udført i en periode med begrænset udluftning (gerne efterår/vinter). I modsat fald kan effekten af almindelig udluftning vanskeliggøre tolkningen af dokumentationsmålingerne. I forbindelse med monitorering til dokumentation af afværgens effekt er det vigtigt, at monitorering under drift først udføres, når ligevægt mellem forureningsfrigivelse fra "kilden" og forureningsfjernelse ved den ændrede konvektive spredning er opnået (jf. afsnit om effekt).

Økonomi: *Anlæg:* 1.500-2.000 kr./m² for opbrydning og fjernelse af eksisterende terrændæk samt etablering af nyt terrændæk. Indbygning af kapillarbrydende- og isolerende lag fordyrer anlægsudgifterne. Rydning af de berørte arealer (møbler, køkken og lign.), demontering af fyringsolietanke mv. vil ligeledes øge omkostningerne. Sådanne ydelser er ikke indeholdt ovenfor. Ved indbygning af membran skal påregnes en ekstraudgift på ca. 250-500 kr./m². For en eventuelt senere projektudvidelse til eksempelvis aktiv ventilation af kælderen skal påregnes en ekstraudgift på 20-50.000 kr. *Drift.* Ingen udgifter. *Monitering.* 1. år: (efter 3 og 6 måneder): 15.000 kr.

Særlige opmærksomhedspunkter: En forudgående bestemmelse af forureningskilden er væsentlig, da effekten af afværgen er betinget af, at indeklimapåvirkningen primært stammer fra en underliggende poreluftforurening, og at denne primært spredes til beboelsen via kælderen. Ved den byggetekniske gennemgang er det endvidere vigtigt, at der foretages en byggeteknisk tilstandsvurdering af både vægge og gulve. Ved besigtigelsen foretages endvidere en kvalitativ vurdering af, i hvilken grad forureningsspredningen i den eksisterende bygning sker henholdsvis gennem væggene og gennem gulvet. Endvidere foretages en kvalitativ vurdering af, hvorvidt en tætning af gulvene vil give anledning til en øget spredning gennem væggene. Alle ovenstående forhold er af vigtig karakter for en indledende vurdering af, om metoden er egnet eller ej. Endvidere er det vigtigt, at der ved den byggetekniske gennemgang foretages en vurdering af de eksisterende funderingsforhold og en vurdering af de nuværende gulves konstruktionsmæssige opbygning. Vurderingen er vigtig i stabilitetsmæssig sammenhæng for bygningen og har afgørende betydning for planlægningen af, hvordan og i hvilket omfang renoveringen skal udføres. For at opnå en målbar reduktion af indeklimapåvirkningen skal der etableres en god tæthed i det nye gulv. Materialevalg og arbejdsprocedurer, hvorved dette opnås, skal derfor vælges, tilrettelægges og udføres under hensyntagen til dette (tætte materialer, komprimering for at undgå sætningsrevner, langsom afhærdning uden betydende svindrevner, elastiske fuger i grænseflade mod eksisterende vægge osv.).

Sammenfattende vurdering: Metoden er velegnet til afværgelse mod indeklimapåvirkninger. Afværgen er ikke afhængig af geologiske forhold, men er derimod i høj grad afhængig af bygningstekniske forhold. Udgangspunktet for foranstaltningen er endvidere, at den primære forureningsspredning til bygningen sker ved transport af forurenede poreluft ind gennem terrændækket. En forudgående fastlæggelse af spredningsvejene i bygningen vil imidlertid oftest være behæftet med nogen usikkerhed og i visse tilfælde stor usikkerhed, hvorved effekten af tiltaget ligeledes kan være behæftet med stor usikkerhed. For evt. at sikre, at der sker en væsentlig spredning igennem terrændækket, kan der udføres sporgasmålinger jf. DB2. Fejlbehæftede vurderinger omkring spredningsvejene i bygningen kan bevirke en ringe effekt. Viser det sig, at den diffusive og konvektive spredning ind gennem kældervæggene er større end først antaget, er det imidlertid relativt simpelt og billigt at udbygge foranstaltningen til at omfatte en ventilation af kælderen (20-50.000 kr.). Viser det sig derefter, at spredningen gennem bygningens øvrige gulve ligeledes er af afgørende betydning, må foranstaltningen nødvendigvis udvides til eksempelvis at omfatte en passiv eller aktiv ventilation af det kapillarbrydende lag, hvilket ligeledes kan gøres relativt billigt. Foranstaltningen er dog noget mere omfattende end ventilering af kælderen og beløber sig til i størrelsesordenen 100-300.000 kr. For en nærmere beskrivelse af "ventilation af kælder" og "ventilation af kapillarbrydende lag, aktiv/passiv" henvises til databladene DB5 og DB10-12. Ved metoden med udskiftning af kældergulvene sker der ingen oprensning. Det vil derfor være et permanent krav, at gulvkonstruktionen er intakt (tæt). Foranstaltningen er billig og hurtig at etablere. Der er en del gener i etableringsfasen, men samtidig ingen gener overhovedet i driftsfasen og ingen vedligeholdelse. Effekten er relativt usikker.

Detailmateriale se bilag F4.

Se endvidere eksempeldatablad DB4.1 (udskiftning af kældergulve) og DB5.1 (ventilation af kælderetage) samt datablad DB1 og DB2 (membran på kælderloft og membran på gulv), DB10.1, DB10.2, DB11.1, DB12.1 (ventilation/sug af kapillarbrydende lag aktiv/passiv, med /uden luftindtag).

Udskiftning af kældergulve

Gåskærgade 23, Haderslev, Sønderjyllands Amt

Forureningsscenarium: I bygningen har der tidligere været drevet renseri. Driftsperioden er ukendt, men renseriet var i drift i 1964. Ejendommen anvendes i dag til bolig. Der er påvist en kraftig forurening med chlorede opløsningsmidler, primært PCE, jf. nedenstående figur 2 og tabel 1. Indeklimapåvirkningen vurderes primært at skyldes en afdampning fra en poreluftforurening under bygningen. Der er tidligere foretaget poreluftmålinger og vakuumelekstraktion til belysning af kildestyrken under gulvene. Der er derved dokumenteret en kraftig poreluftforurening under gulvene. Poreluftmålingerne er gennemført som korttidsporeluftmåling. Ved udeluftmålinger er endvidere dokumenteret et udeluftbidrag svarende til baggrundsniveauet. De terrænnære jordbundsforhold består primært af sand, muldholdigt fyld underlejret af sand. Vandspejlet står ca. 4 m.u.t.

Formål: Permanent foranstaltning, der har til formål at nedbringe indeklimapåvirkning til et niveau under Miljøstyrelsens acceptkriterium.

Bygning: Ejendommen er en ældre murstensvilla opført ca. 1750, i to plan. Ejendommen anvendes til bolig. Det samlede grundareal er ca. 90 m². Under beboelsen er der en mindre kælder (ca. 10 m²) med murstengulve. Gulvet er nedbrudt og med huller til den underliggende jord. Kælderen er ubenyttet. Etageadskillelsen mellem kælderen og stueplan er udført som trægulve uden nogen forventet tilbageholdelsesevne over for evt. afdampning fra kælderen. I den øvrige del af bygningen er betongulve. Bygningen er generelt i middelgod stand.

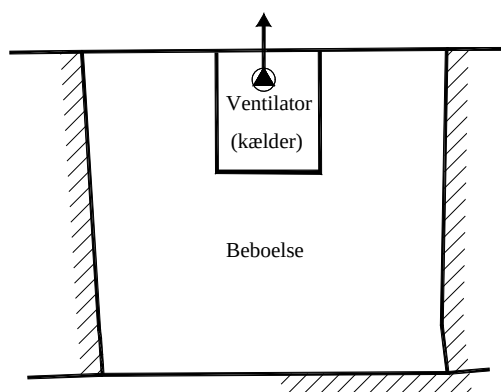
Afværge: Afværge er en kombineret løsning, der er målrettet mod at nedsætte forureningsspredningen fra kælderen til den overliggende bolig. I kælderen er udstøbt 50 mm armeret betongulv. Udstøbningen er sket direkte oven på det eksisterende gulv. Kælderloftet er isoleret med 200 mm glasuld og bræddebeklædt med indbygget dampspærre. Endvidere er installeret en rumventilation (undertryk) i kælderen. Der ventileres

12 minutter pr. time svarende til et luftskifte på ca. 1 gang pr. time. Ventilatoren er indledningsvis indstillet til en ventilationskapacitet på 125 m³/h. Ventilatoren kan ikke omdrejningsreguleres. Ydelsen justeres ved periodisk drift vha. en timer. Ventilatorens støjniveau er ukendt. Der er monteret én eldreven ventilator og ingen luftindtag. Ventilatoren er monteret i kældervæggen ved siden af et eksisterende kældervindue, og afkast er ført ud gennem kældervæggen. Afkastet fra ventilatoren er placeret umiddelbart på kældervæggens yderside. Der foretages løbende elafregning med amtet.

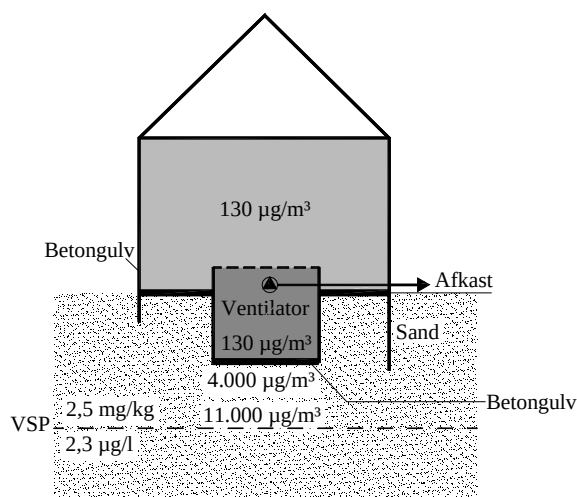
Dokumentation: *Primær dokumentation.* Indeklimamåling i stue- og kælderetage (IK).

Øvrig dokumentation. Poreluftmåling under gulv (korttidsmåling) Monitering til dokumentation af afværgens effekt er gennemført henholdsvis før og under drift af afværge.

Effekt: Der er opnået en reduktion i PCE-indholdet i indeklimaet i kælderetagen på 38-60 % og en samtidig reduktion i stueetagen på 58-82%, jf. tabel 1. Den største effekt, i både kælder- og stueplan, opnås ved et luftskifte på ca. 1 gang pr. time. Modsat dette er den laveste effekt påvist ved et luftskifte på ca. 3 gange pr. time. Ved sammenligning af målinger gennemført henholdsvis "før" og "efter" skal det bemærkes, at "før målingerne" er gennemført i marts måned, hvorimod "efter målingerne" er gennemført i henholdsvis maj og september måned med udeluftstemperaturer på op til 20° C. Det må derfor forventes, at der i stueetagen kan være sket en øget udluftning i driftsperioden (åbne døre og vinduer). Tolkningen af resultaterne i stueetagen vil derved være behæftet med nogen usikkerhed. De påviste reduktioner i kælderen er opnået på baggrund af dels en ventilation i kælderetagen og dels en tætning af gulvkonstruktionen i kælderen. Reduktionen i stueetagen vurderes endvidere, at skyldes der ved ventilationen etableres en ændret trykgradient, hvor strømningsretningen



Figur 1: Situationsplan



Figur 2: Forureningsscenarium

efter installationen permanent går fra stueetagen og ned mod kælderen (permanent undertryk i kælderen). Endvidere må det forventes, at tætningen af etageadskillelsen mellem kælder og stueplan har en medvirkende effekt for opretholdelse af et konstant undertryk. Det kan dog også forventes, at "membranen" bevirker, at der til kælderen indsuges relativt mere poreluft og dermed mere forurenede luft fra den omkringliggende jord, hvorved koncentrationen i kælderen bliver relativt højere, end hvis "membranen" var undladt. Som konsekvens af de forhøjede indhold i stueetagen ved første målerunde (maj 2001) er luftskiftet ændret fra 1 til 3 gange i timen. Det ændrede luftskifte bevirker en ændret effekt i kælderetagen fra 60 % til 38 % og en ændret effekt i stueetagen fra 82% til 54 %. De gennemførte målinger tyder derved på, at undertrykket øges i kælderen (ved øget luftskifte) og derved resulterer i en øget indtrængning af opløsningsmidler til kælderen. Samtidig ses, at undertrykket i forhold til den overliggende stueetage ikke er tilstrækkeligt til at hindre en øget forureningsspredning til stueetagen. Denne vurdering er dog noget usikker, da der formodentlig også sker spredning via bygningens terrændæk. Den bedst opnåede effekt (1 gang pr. time) resulterer ikke i, at indeklimapåvirkningen under drift nedbringes til et niveau under det fastsatte afdampningskriterium. På baggrund af dette overvejes løsningen pt. udvidet til at omfatte ventilationstiltag under bygningens terrændæk (øvrige gulve).

Position	Før ¹⁾ □µg/m ³	Under drift □µg/m ³		Reduktion (%) (Gennemsnit ifht. før/efter)
Under gulv (MP)	4.000			
Vakuüm-ekstraktion	11.000			
Kælder (IK)	130	56 ²⁾	80 ³⁾	60/38
Stue (IK)	130	24 ²⁾	54 ³⁾	82/58

¹⁾: (marts-måling).

²⁾: Luftskifte i kælderetg. på 1 gange pr. time (maj, 20 °C).

³⁾: Luftskifte i kælderetg. på 3 gange pr. time (september, 20 °C).

Tabel I: PCE i indeklima, udeluft og under gulv.

Tilsyn og monitoring: *Udført*. Dokumentation ved IK er udført efter 2, 6 og 19 måneders drift. På grund af utilstrækkelig effekt er der efter 14 måneders drift foretaget justering af kælderventilatoren (ændret luftskifte).

Fremtidig. IK (halvårligt).

Tid: Før indsats. Anlæg etableret ca. 9 måneder efter, at afværge er vurderet at være nødvendig. *Anlægsperiode*. 1 uge. *Driftsperiode*. Opstart januar 2001, fortsat i drift (juni 2002).

Økonomi: Etablering. 32.000, *1. års monitoring.* 8.000 kr. *Drift.* 100 kr./år.

Samlet vurdering: Anlægget har kørt uden driftstop. Der er ingen beboerklager over støj eller lign. Tiltaget er relativt hurtigt at installere, men effekten er usikker. Foranstaltningen er fra starten en kombineret løsning (nyt gulv, aktiv ventilation, tætning af loft), hvor de samlede udgifter er relativt små. På grund af de dårlige gulve i kælderen vurderes dette at være bygningens absolutte "sårbare punkt", hvorfor tiltaget indledningsvis har været målrettet mod denne del af bygningen. Tiltaget er derfor fra starten planlagt iværksat som en "step by step"-løsning, hvor første tiltag har været foranstaltninger i kælderen. Dersom dette skulle vise sig at være utilstrækkeligt, er der planlagt udvidelser med ventilation under bygningens øvrige gulve. "Kombinationsløsningen" i kælderen er valgt frem for en mere intensiv monitoring og løbende projektudvidelse undervejs, da dette hurtigt vil blive relativt dyrere.

Se detailmateriale vedr. eksemplet i bilag F4.

Fotos. Bygning, kælderen, afkast

Tegningsmateriale. Situationsplan af med angivelse af placering for renserimaskine, samt planlagte tiltag fase 2.

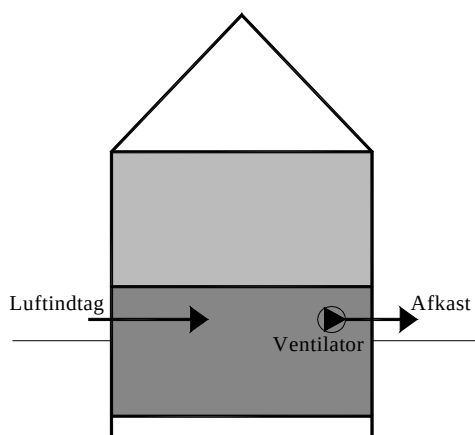
Ventilation af kælderetage

Funktion: Ved at etablere en øget ventilation i kælderetagen bortventileres forurenede indeluft, hvorved indeklimapåvirkningen i kælderen og de øvrige etager reduceres (fortynding). Den øgede ventilation skaber samtidig et let undertryk i kælderetagen, hvorved der etableres en luftstrømning fra den øvrige bolig mod kælderen (spredning hindres). Strømningsretning og influenszoner for den ventilerende luft styres ved at kombinere "udsugning" med "luftindtag". I flere lokaler i kælderetagen etableres en kunstig lækage (luftindtag) med forbindelse til udvendigt terræn. Uden luftindtag vil lufttilførslen ske gennem tilfældige revner i fundamentet samt gennem revner og utætheder i gulvkonstruktionen. Antallet af udsugningspunkter svarer omtrent til antallet af luftindtag. Antallet af udsugningspunkter afhænger af forureningsgraden, de byggetekniske forhold og det nødvendige luftskifte i kælderen. Der skal påregnes et luftskifte på min. 1 gang pr. time. Metoden anvendes som en permanent afværge (kontinuert drift) over for ejendomme, der er påvirket i moderat grad og uden udeluftspåvirkning. Ved metoden foregår der ingen oprensning af forureningskilden.

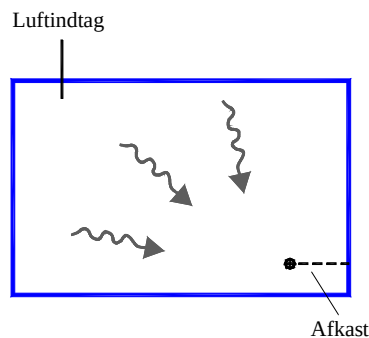
Anlægsbeskrivelse: Udsugningspunkter påmonteres el-ventilatorer og etableres eksempelvis i kældervinduer eller ved gennemboring af overjordisk fundament. Støjgener kan minimeres ved at placere ventilatoren i et eventuelt lofttrum i ejendommen. Ved en sådan montage er det nødvendigt at etablere en rørføring fra kælder til loftstrum, hvorved anlægsudgiften øges markant. Ved montage af ventilator i loftstrum eller lign. er det vigtigt, at montagen sker med diffusionstætte samlinger, og at den valgte ventilator er tæt. I modsat fald kan der ske en opkoncentrering af forureningsdampe i loftstrummet og en evt. efterfølgende forureningsspredning til de beboede lokaler. Det skal endvidere bemærkes, at anvendelsen i kælderen sjældent fordrer særlige støjmæssige foranstaltninger. Ventilatorerne monteres med omdrejningsregulator (potentiometer, regulering af flow) og timetæller (registrering af driftstimer). Time-

tæller og potentiometer indbygges fx i en samlet styreboks, der monteres på væggen nær de enkelte udsugningspunkter (evt. aflåselig). For at undgå indsugning af luft med høj luftfugtighed kan evt. indbygges fugt- eller temperaturstyring (eksempelvis ingen indsugning ved udetemperatur over 18 °C). På ejendommens el-tavle indbygges evt. en selvstændig gruppe til forsyning af el-ventilatorerne. Alternativt installeres el-ventilatorerne med forsyning fra eksisterende stikkontakter. Førstnævnte alternativ vil resultere i en merudgift på ca. 5.000 kr. Udsugningspunkter etableres med direkte forbindelse til udvendigt terræn og placeres, så der sker en hensigtsmæssig bortledning og en naturlig fortynding af den bortventilerede forurenede luft. Ved placeringen tages der hensyn til eventuelle naboer og vinduer på overliggende etager, da der ellers kan ske indsugning af forurenede afkastluft. Som supplerende drivkraft kan det i nogle tilfælde udnyttes, at der på en af bygningens to modstående sider kan opstå relativt store trykforskelle (luv/læ). Det opståede differenstryk anvendes i såfald som supplerende drivkraft. Luftindtag etableres ved montage af rist i kældervinduer eller ved gennemboring af fundament. Luftindtag og udsugningspunkter placeres, så risiko for kortslutning mellem to punkter minimeres, og således at der ikke opstår uventilerede zoner. Metoden med rumventilation er en velafprøvet teknik også i andre sammenhænge (fx ved ventilation af vådrum).

Effekt: Afværger har effekt efter en ganske kort indkøringsperiode. En forurening under bygningen vil bevirke, at der sker en kontinuert frigivelse af forureningskomponenter og en ophobning i perioder uden ventilation. Ventilatoren dimensioneres efter, at der sker en løbende bortledning, hvorfor tiltaget først har fuld effekt efter, at der opnås ligevægt mellem fjernelsen og tilførslen af forureningskomponenter (typisk efter ca. 3 døgn drift, svarende til 75-150 luftudskiftninger i kælderetagen – dog afhængigt af gulvkonstruktionens beskaffenhed). En el-ventilator ventilerer typisk 100 m³/t (afhængig af model og regulering). Ved etablering af to



Figur 1: Principskitse - afværge installeret i kælderetage



Figur 2: Principskitse - luftbevægelse mod udsugningspunkt

ventilatorer i en kælderetage på ca. 60 m² og med en loftshøjde på ca. 2 meter opnås derved et luftskifte i kælderetagen ca. 15.000 gange pr. år. Ved en gennemsnitlig PCE koncentration på f.eks. 25 µg/m³ fjernes således ca. 45 g PCE/år. Ventilationen bevirker endvidere, at der etableres et svagt undertryk i kælderetagen i forhold til stueetagen, hvilket minimerer transporten af forurennet indeluft fra kælder- til stueetage. Ved et luftskifte på 1½-3 gange pr. time kan der opnås en reduktion af forureningsniveauet i kælderetagen på 30-40% og en reduktion af forureningsniveauet i den overliggende stueetage på 80-95% (feltafprøvning - Projekt tidlig indsats). I forbindelse med radonafværge (Radon-95) er på tilsvarende vis afprøvet en mekanisk udsugning i ubeboede kælderrum, hvorved der er opnået en reduktion af forureningsniveauet (radon) i den overliggende stueetage på op til 76%. En forøgelse af luftskiftet i kælderetagen har minimal indvirkning på reduktionen af indeklimapåvirkningen. Tiltaget har størst effekt i ejendomme med lukket kælder, da metoden kræver velkontrollerede forhold for luftbevægelsen. Ved en ikke aflukket kælder (eks. åbent trapperum uden kælderdør) kan det være påkrævet med ekstra kraftig ventilation for at opnå den ønskede luftudskiftning og det ønskede undertryk. Lækagen ved det åbne trapperum kan være så stor, at en luftudskiftning i hele kælderetagen ikke kan opnås. I dette tilfælde vil der også være risiko for trækgener til den beboede stueetage, alternativet kunne være rumventilation i hele beboelsen/ejendommen med varmegenindvinding (se DB6).

Miljøprofil: *Negativ effekt.* Årligt elforbrug ca. 300 kWh, svarende til ca. 600 kr. pr. ventilator. Etablering af ventilation i kælderetagen vil indebære, at beboerne udsættes for et forhøjet støjniveau fra el-ventilatorerne. Støjen begrænser sig generelt til kælderetagen (50-60 dB(A)) og vil kun i sjældne tilfælde kunne registreres i stueetagen. Montage af ventilatorer i vinduer kan give øgede støjgener pga. vibrationer. Med henblik på at minimere svingninger i vinduesglasset skal en eventuel montage derfor udføres ikke-centralt i vinduesrammen. Som følge af den forøgede ventilation kan beboerne opleve en nedkøling af beboelsen (særligt i vintermånederne), primært kælderetagen. Denne nedkøling kan give anledning til en ekstra årlig varmeudgift på ca. 1.000 kr. (ved 1 luftskifte pr. time i kælderetage på ca. 60 m², hvor den insugede luft opvarmes til ca. 17°C). Udledning af forureningskomponenter og støj-emission kan være forbundet med gener for eventuelle naboer. Generne kan dog let minimeres ved en hensigtsmæssig placering af udsugningspunkterne. *Positiv effekt.* Indeklimapåvirkningen med forureningskomponenter reduceres. Afværger vil desuden medvirke til at forbedre bygningens generelle indeklima (fx afhjælpning af fugtproblemer i kælderlokaler).

Etablering: Udsugningspunkter med montage af el-ventilator og luftindtag etableres i kældervinduer eller ved gennemboring af fundament. Installationen foretages af en elektriker i samarbejde med en glarmester/entreprenør. Kort etableringsfase. Installationen tager ca. 1 dag med et minimum af beboergener. Største

gene for beboere er midlertidig udtagning af kældervinduer eller evt. gennemboring af fundament.

Drift: Indjustering af ydelse for el-ventilatorerne foretages inden etablering, idet der tages højde for antallet af udsugningspunkter og kælderetagens volumen. Efterfølgende foretages alene justering, såfremt monitoring viser, at den opnåede effekt er utilfredsstillende. Der kan også foretages nedjustering, hvis effekten viser sig tilstrækkelig, men der er gener i form af træk eller lignende. Minimalt driftsteknisk tilsyn. Under den kontinuerede drift kan det driftstekniske tilsyn foretages i takt med monitoringen (f.eks. hver halve år). *Vedligeholdelse.* Tiltaget kræver ingen vedligeholdelse. *Levetid.* Ventilatoren har en levetid på 5-10 år.

Monitoring: Monitoringsprogrammet kan minimeres til en indledende dokumentation og en begrænset efterfølgende kontrol og tilpasning.

Indkøring. Indeklimamålinger før opstart af afværge og under drift (eksempelvis efter 1 og 3 måneder). Indeklimamålingerne suppleres evt. med poreluftmåling under gulv og udeklimamålinger til belysning af spredningsveje og kildestyrke. Første monitoring under drift udføres relativt kort tid efter installation af afværger (½-1 måned), med henblik på evt. justering eller dokumentation af afværgers effekt.

Drift. Efter indkøringsperioden eksempelvis hver 6.-12. måned. *Kommentar.* Det bør tilstræbes at udføre indeklimamålinger (før og under drift) i en periode med begrænset udluftning (gerne efterår/vinter). I modsat fald kan effekten af almindelig udluftning vanskeliggøre tolkningen af dokumentationsmålingerne. I forbindelse med monitoring til dokumentation af afværgers effekt er det vigtigt, at monitoring under drift først udføres, når der er opnået ligevægt mellem forureningsfrigivelsen fra "kilden" og forureningsfjernelsen ved rensning (jf. afsnit om effekt).

Økonomi: *Anlæg.* 20-50.000 kr. På en ejendom, hvor der i kælderetagen (60 m²) etableres 2 udsugningspunkter og 2 luftindtag, vil anlægsudgifterne beløbe sig til ca. 15.000 kr.

Ved montering af ventilator i loftsrum eller lignende og etablering af indvendig rørføring skal påregnes en ekstraudgift på ca. 25.000 kr. (jf. afsnit om anlægsbeskrivelse). *Drift.* To stk. ventilatorer (ca. 30 watt) resulterer i en årlig driftsudgift på ca. 1.200 kr. *Monitoring, 1. år* (efter 1 og 3 måneder): 15.000 kr.

Særlige opmærksomhedspunkter: For at opnå en målbar reduktion af indeklimapåvirkningen skal ventilatorerne generere et luftskifte i kælderetagen på minimum 1 gang pr. time. For at sikre en optimal placering af udsugningspunkter og luftindtag er det vigtigt at foretage en bygningsgennemgang og en detailplanlægning med hensyn til de specifikke bygnings- og indretningsmæssige forhold inden etablering af afværger. Herved er det muligt at placere udsugningspunkter og luftindtag, så influenszonen for afværger bliver størst mulig.

DB-5

Sammenfattende vurdering: Metoden er velegnet til afværgelse mod moderate indeklimapåvirkninger. Afværgelsen er ikke afhængig af geologiske og bygningstekniske forhold (gulvopbygning o. lign.) Effekten i den overliggende stueetage vil afhænge af, at der sker en kontrolleret ventilerende i kælderetagen (tilstrækkelig luftudskiftning og undertryk). Hvilket kan være vanskeligt at etablere, hvis der er åben forbindelse mellem kælderen og stueetagen (ingen tæt dør eller lign.). Ved metoden sker der ingen oprensning. Installationen er derfor permanent, med varige gener og tilsyn. Foranstaltningen er billig og hurtig at etablere og har samtidig en stor driftssikkerhed. Et alternativ til metoden er eksempelvis "Luftrensning i kælderetage", jf. DB-7.

Detailmateriale se bilag F5.

Se endvidere eksempeldatablad DB5.1.

Ventilation af kælderetage

Lindevej 29, Odense, Fyns Amt

Forureningsscenario: Bygningen er beliggende ca. 125 meter nedstrøms et kildeområde for en forurening med chlorerede opløsningsmidler. Der er ikke foretaget oprensning i kildeområdet. Der er påvist moderat forurening i indeklimaet i den aktuelle bygning. Indeklimapåvirkningen vurderes at stamme fra en kraftig forurening i poreluften under bygningen. De påviste forureningsniveauer i og under bygningen fremgår af tabel 1 og figur 2. Vandspejl ca. 2 m.u.t.

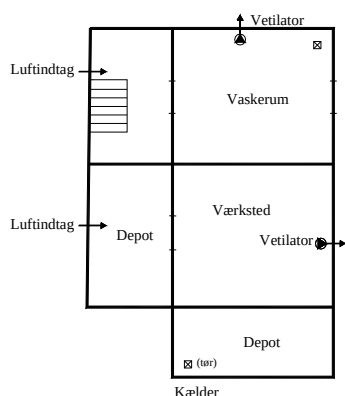
Formål: Indsats over for moderat indeklimapåvirkning med PCE. Permanent foranstaltning.

Bygning: Ældre patriciervilla (mursten) fra ca. 1950, ca. 55 m² grundplan. Kælder, stue, 1. sal samt en udnyttet tagetage benyttes til beboelse. Fin stand. Betongulve i kælderetagen.

Afværge: Aktiv ventilation ved etablering af undertryk i kælderetage. Der er installeret 2 el-ventilatorer og 2 luftindtag, som alle er monteret i kældervinduerne på ejendommen. Ventilatorer og luftindtag er placeret som angivet på figur 1 under hensyntagen til, at influensområdet skulle være så stort som muligt. De monterede ventilatorer var indledningsvis indstillet med en ventilationskapacitet på 90 m³/t, svarende til et luftsifte i kælderetagen på ca. 1½ gang pr. time. Ventilatorerne blev efterfølgende justeret til en ventilationskapacitet på 200 m³/t, svarende til et luftsifte i kælderetagen på ca. 3 gange pr. time. Støvniveauet for én el-ventilator er ifølge produktspecifikationen 57 dB (ikke målt).

Dokumentation: *Primær dokumentation.* Indeklimamåling i stue- og kælderetage (IK).

Øvrig dokumentation. Poreluftmåling under gulv (MP, passiv opsamling) og udeklimamåling (UK) til belysning af spredningsveje og kildestyrke. Monitoring til dokumentation af afværgens effekt er gennemført hhv. før og under drift af afværge.



Figur 1: Situationsplan.

Effekt: Der er opnået en reduktion i PCE-indholdet i indeklimaet i kælderetagen på 28-36%. Der er samtidig opnået en reduktion i PCE-indholdet i indeklimaet i stueetagen på 95-96%. Ovennævnte reduktioner er opnået ved et luftsifte i kælderetagen på ca. 1,5-3 gange pr. time. Der kan således ikke påvises en forbedret virkningsgrad som følge af det øgede luftsifte, hvorfor et luftsifte på ca. 1,5 gang pr. time vurderes at være optimalt, på denne ejendom.

Position	Før □ μg/m ³	Under drift □ μg/m ³	Reduktion (%) (Gennemsnit ifht. før/efter)
Under gulv (MP)	24.000 27.000	33.000 39.000	-
Kælder (IK)	40 29	25 ¹⁾ 22 ²⁾	28 ¹⁾ 36 ²⁾
Stue (IK)	14 9.9	0.47 ¹⁾ 0.59 ²⁾	96 ¹⁾ 95 ²⁾
Udeluft (UK)	0.2 3.0	1.4 0.68	-

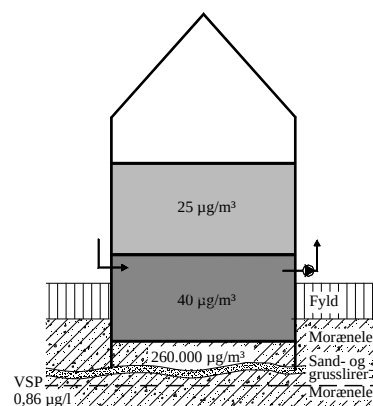
¹⁾: Ved et luftsifte i kælderetagen på ca. 1,5 gange pr. time.

²⁾: Ved et luftsifte i kælderetagen på ca. 3 gange pr. time.

Tabel 1: PCE i indeklima, udeluft og under gulv.

Tilsyn og monitoring: *Udført.* Monitoring af afværgens effekt er gennemført efter 1 og 2 måneders drift. Kapacitet af ventilatorer opjusteret efter 1½ måneders drift m.h.p. at undersøge, om renseeffekten kunne forbedres (fra et luftsifte på ca. 1½ til ca. 3 gange pr. time). Der er desuden gennemført monitoring før opstart af afværge. *Fremtidig.* Kontrol af ventilatorer gennemføres halvårligt, og indeklimamålinger gentages evt. efter et år.

Til orientering kan det oplyses, at der medio 2002 foretages oprensning i kildeområdet. Inden for de nærmeste år forventes oprensningen imidlertid ikke at have en mærkbar effekt nedstrøms på den aktuelle lokalitet.



Figur 2: Forureningsscenarium.

DB-5.1

Tid: *Før indsats.* Anlægget er idriftsat 18 måneder efter, at forurening er påvist, og afværge er skønnet nødvendig. *Anlægsperiode.* 2 dage. *Drift.* Opstart, september 2001, fortsat i drift (maj 2002), midlertidigt afbrudt i 1 måned (december 2001).

I forbindelse med monitoringen af afværgens effekt er der på ejendommen gennemført luftskiftemålinger til belysning af luftstrømningen i bygningen. Ved disse målinger er der under drift af afværge påvist et øget luftskifte i kælderetagen og en samtidig øget luftoverføring fra stue og 1. sal til kælderetagen. Den påviste luft-

bevægelse er i overensstemmelse med den forventede funktion af afværge (jf. DB-5).

Økonomi: *Etablering.* 8.000 kr. (for 2 stk. el-ventilatorer og 2 stk. luftindtag monteret i kældervinduer, inkl. tilslutning til separat gruppe på el-tavle), *1. års monitoring.* 4 målerunder (IK'er, MP og UK): 43.000 kr. (I henhold til anbefalet monitoring, jf. datablad DB-5, er der udført målinger før opstart af afværge samt efter 1 og 2 måneders drift). *Drift.* 700 kr. årligt (alene el-forbrug).

Samlet vurdering: Anlægget har kørt uden driftstop (midlertidigt driftstop indlagt i december 2001).

Afværge med installation af el-ventilatorer/luftindtag og etablering af undertryk i kælderetagen er et relativt hurtigt, billigt og relativt effektivt tiltag. Ventilatorer og luftindtag integreres fint ved montage i eksisterende vinduer.

Ved den aktuelle afværge har det primært været muligt at reducere indeklimapåvirkningen i stueetagen. Det er ønskeligt med en bedre dokumentation for afværgens effekt i kælderetagen.

Ved fuld effekt ($\sim 200 \text{ m}^3/\text{t}$) udgør støjen fra el-ventilatorerne en gene for ejendommens beboere, men ved halv effekt ($\sim 100 \text{ m}^3/\text{t}$) vurderes der ikke at være væsentlige gener. På den aktuelle lokalitet er støjniveauet ikke påklaget, dog er det bemærket, at vinduesmontagen af el-ventilatorerne giver anledning til vibrationer og deraf følgende støj.

Driften af afværge har medført en nedkøling af boligen, særligt i vintermånederne.

Se detailmateriale vedr. eksemplet i bilag F5.

Fotos. Ejendommen, luftindtag, ventilator (udsugningspunkter), reguleringsboks.

Tegningsmateriale. Situationsplan, der viser placeringen af luftindtag og udsugningspunkter.

Tegningsmateriale. Radonmålinger, der illustrerer effekten af afværge i en åben kælder.

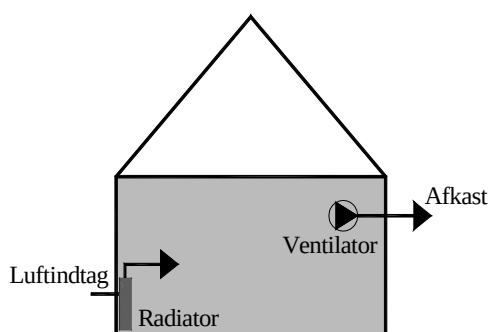
Udbudsbeskrivelse. Udbudsbrev.

Ventilation af stueetage

Funktion: Ved at etablere en øget ventilation i stueetagen bortventileres forurenede indeluft, hvorved indeklimapåvirkningen i stuen reduceres (fortynding). Den øgede ventilation kan skabe et undertryk i stueetagen. Hvis bygningen er i et plan, kan en overtryks- og neutralventilation være en mulighed for derved at ændre gradienten over gulvet, således at den bliver nedadrettet. Ved en undertryksventilation er der risiko for at øge tilstrømning af forurenede poreluft igennem terrændækket. Strømningsretning og influenszoner for den ventilerende luft styres ved at kombinere "udsugning" med "luftindtag". Ventilationen kan udføres som en simpel ventilation, hvor der i flere lokaler i stueetagen etableres en kunstig lækage (luftindtag) med forbindelse til udvendigt terræn. Uden luftindtag vil lufttilførslen ske gennem tilfældige revner i fundamentet samt gennem revner og utætheder i gulv- og loftsstrukturen, hvilket kan medføre øget forureningsindtrængning. Antallet af udsugningspunkter skal svare til antallet af luftindtag. Antallet af udsugningspunkter afhænger af forureningsgraden, de byggetekniske forhold og det nødvendige luftskifte i stueetagen. Ventilationen i stueetagen kan også udføres som balanceret ventilation, hvor man styrer både indblæsnings- og udsugningsluften og derved trykforholdene i bygningen. Typisk vil den balancerede ventilation udføres, så man genanvender varmen i udsugningsluften til genopvarmning af indblæsningsluften, en såkaldt varmegenindvinding.

Der skal påregnes et luftskifte på min. 1 gang pr. time. Metoden anvendes som en permanent afværge (kontinuert drift) på ejendomme, der er påvirket i moderat grad og uden udeluftspåvirkning. Ved metoden foregår der ingen oprensning af forureningskilden.

Anlægsbeskrivelse: Simpel ventilation i indeklimaet etableres ved, at udsugningspunkterne påmonteres el-ventilatorer og etableres eksempelvis i stuevinduer eller ved gennemboring af overjordisk fundament. Støjgener kan minimeres ved at placere ventilatoren i et eventuelt loftrum i ejendommen. Ved en sådan montage er det nødvendigt at etablere en rørføring fra stue til loftrum, hvorved anlægsudgiften øges markant. Ved montage af ventilator i loftrum eller lign. er det vigtigt, at monteringen sker med diffusionstætte samlinger, og at den valgte ventilator er tæt. I modsat fald kan der ske en opkoncentrering af forureningsdampe i loftrummet og en evt. efterfølgende forureningsspredning til de beboede lokaler. Ventilatorerne monteres med omdrejningsregulator (potentiometer, regulering af flow) og timetæller (registrering af antal driftstimer). Timetæller og potentiometer



Figur 1: Principskitse - afværge installeret i kælderetage.

ter indbygges f.eks. i en samlet styreboks, der monteres på væggen nær de enkelte udsugningspunkter (evt. aflåselig). På ejendommens el-tavle indbygges evt. en selvstændig gruppe til forsyning af el-ventilatorerne. Alternativt installeres el-ventilatorerne med forsyning fra eksisterende stikkontakter. Førstnævnte alternativ vil resultere i en merudgift på ca. 1.000 kr. Udsugningspunkter etableres med direkte forbindelse til udvendigt terræn og placeres, så der sker en hensigtsmæssig bortledning og en naturlig fortynding af den bortventilerede forurenede luft. Ved placeringen tages der hensyn til eventuelle naboer og vinduer på overliggende etager, da der ellers kan ske indsugning af forurenede afkastluft. Som supplerende drivkraft kan det i nogle tilfælde udnyttes, at der på en af bygningens to modstående sider kan opstå relativt store trykforskelle (luv/læ). Det opståede differenstryk anvendes i såfald som supplerende drivkraft. Luftindtag etableres ved montage af rist efter gennemboring af ydervæg. Med henblik på at minimere nedkølingen af boligen som følge af indsugningen af udeluft installeres en luftgennemstrømningsradiator foran luftindtaget. Herved ledes den indsugede luft gennem radiatoren, hvor den forvarmes før udstrømning til beboelsen.

Luftindtag og udsugningspunkter placeres, så risiko for kortslutning mellem to punkter minimeres, og således at der ikke opstår uventilerede zoner.

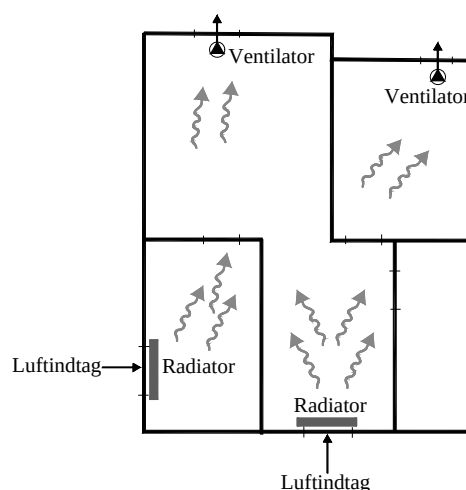
Metoden med rumventilation er en velafprøvet teknik, også i andre sammenhænge (f.eks. ved ventilation af vådrum).

Balanceret ventilation er både mekanisk tilførsel og udsugning af luft. Med balanceret ventilation kan man styre luftretning, -mængde, og temperatur og derved trykforholdene i bygningen.

Det er desuden muligt at recirkulere en del af den udsugede luft samt have varmeveksling, hvilket kan spare energi.

Har huset allerede balanceret ventilation, bør det indreguleres, så undertrykket minimeres.

Balanceret ventilation i huset etableres med en centralt placeret mekanisk ventilator. Selve den mekaniske ventilationsenhed kan etableres med varmegenindvinding, hvorved energien i udsugningsluften overføres til indblæsningsluften via en varmepumpe. I de varme måneder kan processen vendes, så indblæsningsluften afkøles. Den mekaniske ventilationsenhed kan evt. placeres i et



Figur 2: Principskitse - afværge installeret i stueetage.

DB-6

loftsrum. Rørføringerne til indblæsning og udsugning kan føres i etageadskillelsen eller i loftsrummet. Rørføringen skal udføres i vakuumeegnede rør. Indblæsnings- og udsugningsarmaturer kan placeres i loftet eller i vægge. Som udgangspunkt etableres der både indblæsning og udsugning i samtlige rum i bygningen, så trykforholdene i hele bygningen er ens. Anlægget bør indstilles til neutraltryk eller et mindre undertryk.

Effekt: Afværgen har effekt efter en ganske kort indkøringsperiode. En forurening under bygningen vil bevirke, at der sker en kontinuert frigivelse af forureningskomponenter og en ophobning i indeklimaet i perioder uden ventilation. Ventilatoren dimensioneres, efter at der sker en løbende bortledning, hvorfor tiltaget først har fuld effekt efter, at der opnås ligevægt mellem fjernelsen og tilførslen af forureningskomponenter (typisk efter ca. 4 døgns drift, svarende til 75-125 luftudskiftninger i stueetagen). Ved den simple ventilation vil en el-ventilator ventilere typisk 100 m³/t (afhængig af model og regulering). Ved etablering af tre ventilatorer i en stueetage på 110 m² og med en loftshøjde på ca. 2,3 meter opnås der en luftudskiftning i stueetagen ca. 10.000 gange pr. år. Ved en gennemsnitlig PCE koncentration på f.eks. 25 µg/m³ fjernes således ca. 65 g PCE/år. Ved den balancerede ventilation vil man kunne opnå tilsvarende luftskifter og dertilhørende fjernelse af PCE. Ventilationen bevirker endvidere, at der etableres et svagt undertryk i stueetagen, hvilket minimerer transporten af forurenede indeluft til eventuelt overliggende etager. Det vurderes, at det ved et luftskifte på 1 gange pr. time er muligt at opnå en reduktion af forureningsniveauet i stueetagen på 10-60%. Erfaringerne med ventilation af stueetage viser, at en forøgelse af luftskiftet fra 1½ til 3 gange pr. time har en minimal indvirkning af afværgens effekt.

Miljøprofil: *Negativ effekt.* Ved den simple ventilation vil der være et årligt elforbrug ca. 300 KWh, svarende til ca. 350 kr. pr. ventilator. Montage af ventilatorer direkte i stueetagen vil bevirke et forhøjet støjniveau fra el-ventilatorerne (ca. 50-60 dB (A)). Støjniveauet kan minimeres ved ekstern montage evt. i trappe-, loftsrum eller lignende. Montage af ventilatorer i vinduer kan give øgede støjgener pga. vibrationer. Med henblik på at minimere svingninger i vinduesglasset skal en eventuel montage derfor udføres ikke-centralt i vinduesrammen. Som følge af den forøgede ventilation vil beboerne opleve en nedkøling af beboelsen (særligt i vintermånederne). Denne nedkøling kan give anledning til en ekstra årlig varmeudgift på ca. 4.000 kr. (ved 1 luftskifte pr. time i stueetage på 110 m², hvor den indsugede luft opvarmes til ca. 20°C). Udledning af forureningskomponenter og støj-emission kan være forbundet med gener for eventuelle naboer. Generne kan dog let minimeres ved en hensigtsmæssig placering af udsugningspunkterne. Ved den balancerede ventilation vil et anlæg med varmegenindvinding typisk være udgifts neutralt. *Positiv effekt.* Indeklimapåvirkningen med forureningskomponenter reduceres. Afværgen vil desuden medvirke til at forbedre bygningens generelle indeklima (via den større tilførsel af frisk luft).

Etablering: Ved den simple ventilation etableres udsugningspunkter med montage af el-ventilator i vinduer eller ved gennemboring af ydervæg. Luftindtag etableres ved gennemboring af ydervæg. Foran luftindtaget i beboelsen installeres en luftgennemstrømsradiator. Radiatoren ombyttes evt. med en eksisterende radiator. Ved placeringen af luftindtagene tages der således højde for placeringen af de eksisterende radiatorer i beboelsen. Installationen foretages af en elektriker i samarbejde med en glarmester/entreprenør og en VVS-montør. Kort etableringsfase. Installationen tager ca. 1 uge og er forbundet med et minimum af beboergener. Ved etableringen vil der dog være gener for beboerne i forbindelse med en midlertidig udtagning af vinduer og/eller gennemboring af ydervæg. Desuden skal der påregnes en midlertidig afbrydelse af ejendommens varmforsyning i forbindelse med tilslutning af luftgennemstrømsradiatorne til det eksisterende varmforsyningssystem.

Ved installation af den balancerede ventilation monteres selve ventilationsenheden typisk i loftrummet. Rørføringer herfra føres om muligt i loftsrummet, i etageadskillelser eller vægge. Der etableres både indblæsning og udsugning i alle punkter. Det anbefales, at kanalsystemet udføres i spiralfalsede rør samlet med fittings, der har gummiringstætning, så der opnås et tæt og holdbart kanalsystem.

For at opnå et tilfredsstillende lavt støjniveau fra aggregatet skal der altid monteres lydsluger på indblæsnings- og udsugningskanalsystemet mellem aggregatet og de første indblæsnings- og udsugningsarmaturer. Det anbefales, at lufthastighederne i kanalerne dimensioneres tilstrækkelig lavt, så der ikke opstår støj fra indblæsnings- og udsugningsarmaturerne. I etageejendomme skal der etableres brandspjæld. Ved placering af friskluft- og udsugningstaghætter/riste skal der tages hensyn til, at de to luftstrømme ikke kortsletter, så afkastluften bliver suget ind igen. Det anbefales, at der placeres riste på den nordlige eller østlige side af huset for at opnå optimal komfort i boliger/lejligheder. For at opnå optimal drift af anlægget skal det indreguleres med luftteknisk måleudstyr.

Drift: Indjustering af ydelse for el-ventilatorerne foretages inden etablering, idet der tages højde for antallet af udsugningspunkter og stueetagens volumen. Efterfølgende foretages alene justering, såfremt monitorering viser, at den opnåede effekt er utilfredsstillende. Minimalt driftsteknisk tilsyn. Under den kontinuerede drift kan det driftstekniske tilsyn foretages i takt med monitoreringen (f.eks. hvert halve år). *Vedligeholdelse.* Tiltaget kræver ingen vedligeholdelse. *Levetid.* Ventilatoren har en levetid på 5-10 år. Ved den balancerede ventilation kan man regne med en levetid på 20 år. Luftgennemstrømsradiatoren har en forventet levetid på ca. 30 år.

Monitorering: Monitoringsprogrammet kan minimeres til en indledende dokumentation og en begrænset efterfølgende kontrol og tilpasning.

Indkøring. Indeklimamålinger for opstart af afværgen og under drift (eksempelvis efter 1 og 3 måneder). Indeklimamålingerne suppleres evt. med poreluftmåling under gulv- og udeklimamålinger til belysning af spredningsveje og kildestyrke. Første monitorering under drift udfø-

res relativt kort tid efter installation af afværgen (½-1 måned), med henblik på evt. justering eller dokumentation af afværgens effekt.

Drift. Efter indkøringsperioden eksempelvis hver 6.-12. måned. **Kommentar.** Det bør tilstræbes at udføre indeklimamålinger (før og under drift) i en periode med begrænset udluftning (gerne efterår/vinter). I modsat fald kan effekten af almindelig udluftning vanskeliggøre tolkningen af dokumentationsmålingerne. I forbindelse med monitorering til dokumentation af afværgens effekt er det vigtigt, at monitorering under drift først udføres, når der er opnået ligevægt mellem forureningsfrigivelsen fra "kilden" og forureningsfjernelsen ved rensning (jf. afsnit om effekt).

Økonomi: Simpelt *anlæg*. 30-50.000 kr. På en ejendom, hvor der i stueetagen (110 m²) etableres 3 udsugningspunkter og 3 luftindtag, vil anlægsudgifterne beløbe sig til ca. 40.000 kr. Ved montering af ventilator i loftsrum eller lignende og etablering af indvendig rørføring skal påregnes en ekstraudgift på ca. 10.000 kr. (jf. afsnit om anlægsbeskrivelse). Ved anlæg med balanceret ventilation må der på regnes en udgift på 100.000-150.000 kr., afhængig af omfanget af rørføringer mv. **Drift.** Tre stk. ventilatorer (ca. 30 watt) resulterer i en årlig driftsudgift på ca. 1.000 kr. Installationen af luftindtag og de

tilhørende luftgennemstrømsradiatorer, som er nødvendige for at opretholde rumtemperaturen i beboelsen, resulterer i et ekstra årlig varmeudgift på ca. 4.000 kr. (denne driftsudgift kan mindskes ved montage af varmeveksler på luftafkastet). Den balancerede ventilation med varmegenindvinding vurderes at være neutral i driftsudgifterne. **Monitorering, 1. år** (efter 1 og 3 måneder): 15.000 kr.

Særlige opmærksomhedspunkter: En forudgående bestemmelse af forureningskilden er væsentlig, da effekten af afværgen er betinget af, at indeklimapåvirkningen primært stammer fra en poreluftforurening under bygningen. For at opnå en målbar reduktion af indeklimapåvirkningen skal ventilatorerne generere et luftskifte i kælderetagen på minimum 1 gang pr. time. For at sikre en optimal placering af udsugningspunkter og luftindtag er det vigtigt at foretage en bygningsgennemgang og en detailplanlægning med hensyn til de specifikke bygnings- og indretningsmæssige forhold inden etablering af afværgen. Herved er det muligt at placere udsugningspunkter og luftindtag, så influenszonen for afværgen bliver størst mulig. I denne forbindelse er det også muligt at tage stilling til, om eksisterende radiatorer kan udskiftes med luftgennemstrømsradiatorer.

Sammenfattende vurdering: Metoden er velegnet til afværge mod moderate indeklimapåvirkninger. Afværgen er ikke afhængig af geologiske og bygningstekniske forhold (gulvopbygning o. lign.). Effekten vil afhænge af, at der sker en kontrolleret ventilering i stueetagen (tilstrækkelig luftudskiftning og undertryk) Ved metoden sker der ingen oprensning. Installationen er derfor permanent, med varige gener og tilsyn. Foranstaltningen er billig og hurtig at etablere og vurderes samtidig at have en stor driftssikkerhed. På det nuværende tidspunkt foreligger der ikke erfaringer med anvendelse af teknikken, hvorfor de angivne rensegrader er behæftet med nogen usikkerhed. I forbindelse med radonafværge (Radon 95) er registreret en gennemsnitlig effekt på 11%. Den ringe effekt vurderes bl.a. at skyldes, at der i projektet blev anvendt en ny type udluftningsventil/rørføring, og at der i den samlede installation opstod et for højt modtryk og dermed nedsat effekt under drift. Ved udenlandske undersøgelser (Finland, Sverige og Storbritannien) påvises en reduktionseffekt på 10-60%. Et andet alternativ til metoden er eksempelvis "Luftrensning" jf. DB7.

Detailmateriale se bilag F5.

Luftrensning

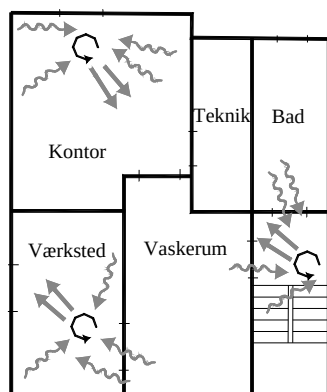
Funktion: Ved metoden renses forurenede indeluft, således at indeklimapåvirkningen reduceres (fortynding). Metoden anvendes udelukkende som en midlertidig foranstaltning i forhold til ejendomme, hvis indeklima er påvirket i moderat grad. Metoden er ikke tiltænkt som afværge i forhold til et kildeområde, idet der ikke vil foregå en oprensning af kilden. En sådan oprensning skal i givet fald foregå på et senere tidspunkt. Afværgeforanstaltningen er permanent, indtil oprensning eller anden afværge iværksættes. Metoden er ikke velegnet til afværge over for meget kraftige indeklimapåvirkninger. Aktiv luftrensning kan anvendes på ejendomme, hvor indeklimapåvirkningen primært vurderes at stamme fra en poreluftforurening under bygningen, men også når det vurderes, at indeklimapåvirkningen stammer fra andre kilder. På sådanne ejendomme er det muligt at undgå opstilling af luftrensere direkte i beboede lokaler, forudsat at kælderetagen ikke udnyttes til beboelse (soverum, stue o. lign.). Der opstilles en eller flere luftrenseenheder med henblik på at generere det nødvendige luftskifte på etagen. Der skal påregnes et luftskifte på min. 1 gang pr. time. Nuværende erfaringer viser, at et større luftskifte (min. 2 gange pr. time) øger rensegraden væsentligt (se afsnit om effekt). Luftrenseren i lokalet fungerer ved, at der skabes en luftcirkulation, hvor forurenede indeluft suges ind i renseenheden. Luften passerer her et aktivt kulfilter, renses og udledes via udblæsningsdyserne.

Anlægsbeskrivelse: Luftrenseren er indbygget i en lyd-isoleret monteringsboks (60 x 40 x 25 cm) og består af følgende komponenter: Indsugningstragt, støvfilter, ventilatorenhed (56-176 W), aktivt kulfilter (typisk 4 kg), udblæsningsdyser, regulator og timetæller. Anlægget drives ved kontinuert drift.

Renseenhederne placeres, så udblæsningsdyserne peger ud i lokalet og på en måde, så inventar ikke blokerer for indsugningstragterne.

Effekt: Afværgeren har effekt umiddelbart efter opstart. Luftrenseenheden vil primært have en effekt i det lokale, hvor den er opstillet og i moderat omfang i nærliggende/adskilte lokaler. Ved opstilling af luftrenseenheder i kælderetagen, kan der dog forventes en mærkbar effekt på overliggende etager.

I den forbindelse forudsættes det, at der som følge af

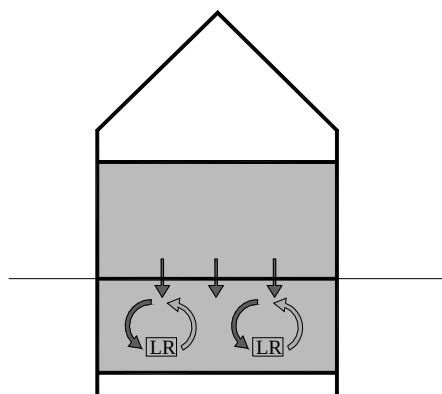


Figur 1: Principskitse - luftbevægelse omkring luftrenser i opstillingslokaler.

almindelige luftbevægelser i boligen foregår en tilførsel af indeluft (renset luft) fra kælder- til stueetagen. Fra poreluftforureningen under bygningen vil der være en kontinuert frigivelse af forureningskomponenter, som via diffusiv og konvektiv transport tilføres indeklimaet. Det bevirker, at afværgeren har en indkøringsperiode, hvor der skal opnås ligevægt mellem fjernelsen og tilførslen af forureningskomponenter. Efter ca. 3 døgns drift (svarende til 75-150 luftskifter i lokalet) forventes en ligevægt mellem forureningsfrigivelsen fra "kilden" og forureningsfjernelsen ved luftrensning at være indstillet. Hver luftrenseenhed cirkulerer og renses 34-229 m³/t (afhængig af model og regulering). Ved en opstilling af to enheder i en kælderetage på 50 m² og med en loftshøjde på 2 meter opnås 6.000-40.000 luftudskiftninger i kælderetagen pr. år, svarende til, at der ved en gennemsnitlig PCE-koncentration på 100 µg/m³ fjernes 60-400 g PCE/år.

Teoretisk set vil luftrenseenheden kunne præstere en rensegrad på 95-98%. Rensegraden defineres som reduktionen af koncentrationsniveauet i den indsugede luft i forhold til koncentrationsniveauet i udblæsningsluften. I praksis sker der en konstant opblanding af renset og urenset luft. Samtidig vil nogle områder være mindre vel-ventilerede og således under mindre påvirkning af renseprocessen. Dette bevirker, at reduktionen af forureningsniveauet på etagen bliver mindre end den teoretiske rensegrad. Ved opstilling af luftrenseenheder i en kælderetage, hvor formålet er at reducere indeklimapåvirkningen fra en underliggende poreluftforurening, vil der på etagen kunne forventes en reduktion i forureningsniveauet på i størrelsesordenen 20-95%. Den anførte reduktion beror på erfaringer med kontinuert drift og luftskifter på 2-4 gange pr. time.

Miljøprofil: *Negativ effekt.* Trods støjdæmpning af luftrenseenheden skal der påregnes et støjniveau på 33-38 dB(A) (målt i 1 meters afstand). Opstillingen af luftrenseenheder kan virke arkitektonisk skæmmende, og det er givet, at beboerne skal vænne sig til enhedernes tilstedeværelse. Sammenholdt med en opstilling i stueetagen (direkte i beboelseslokaler), vil de negative effekter dog være væsentligt reduceret ved en opstilling i ubeboede kælderrum. *Positiv effekt.* Indeklimapåvirkningen med forureningskomponenter reduceres. Luftrenserens støv- og kulfilter renses samtidig luften for støv og andre urenheder, og afværgeren medvirker således til at for-



Figur 2: Principskitse - luftcirkulation på opstillingsetagen og mellem etager.

bedre bygningens generelle indeklima. En fordel ved anvendelsen af luftrenseenheder er, at enhederne, når formålet er opfyldt, umiddelbart kan genanvendes på en anden lokalitet.

Etablering: Luftrenseenhederne leveres færdige på lokaliteten. Enhederne er umiddelbart klar til opstilling, og det er ikke nødvendigt at foretage fysiske forandringer af bygningen. Kort etableringsfase (forudsat at luftrenseenhederne er leveret). Opstillingen af luftrenseenhederne tager ca. ½ time pr. stk., idet der alene skal foretages eltilslutning og en eventuel lettere ommøblering. Sidstnævnte kan indebære minimale beboergener i forbindelse med etableringen af afværgen.

Drift: Indjustering af ydelse foretages inden opstilling. Ydelsen afpasses i forhold til opstillede luftrenseenheder, opstillingslokalets størrelse samt den ønskede luftcirkulation. Efterfølgende foretages alene justering, såfremt monitoring viser, at den opnåede renseseffekt er utilfredsstillende. Minimalt driftsteknisk tilsyn, typisk samtidig med evt. monitoring eller udskiftning af kulfiltre. Under den kontinuerede drift kan det driftstekniske tilsyn foretages i takt med monitoringen (f.eks. hver 3. måned). *Vedligeholdelse.* Afværgeteknikken fordrer en minimal vedligeholdelse. Der er alene behov for at foretage udskiftning af støvfilteret og udskiftning/regenerering af kulfiltret. Med henblik på at registrere driftstiden for luftrenseenhederne anbefales det, at der udarbejdes en logbog, som følger den enkelte luftrenser. I logbogen anføres oplysninger om driftstid med tilhørende indeklimakoncentration (målt eller forventet). Desuden registreres tidspunkt for udskiftning af støv- og kulfiltre. Informationerne fra logbogen benyttes til at vurdere levetiden for kulfiltret og er særlig påkrævet, såfremt luftrenseenheden har været opstillet på flere forskellige lokaliteter (Et eksempel på en sådan logbog er vedlagt i bilag F6.1). *Levetid.* Ventilatoren i luftrenseenheden har en forventet levetid på 4–5 år. Med en indeklimapåvirkning på 10–400 µg PCE/m³ og en luftcirkulation pr. luftrenseenhed på 35–230 m³/t skal der foretages kulskifte og udskiftning af støvfiltere 1 gang årligt (4 kg kulfiltre). Det skyldes, at filtrene, foruden PCE, vil blive belastet af øvrige aktiviteter, som frigiver stoffer til indeklimaet. Med en indeklimapåvirkning på 400–1.000 µg PCE/m³ og en luftcirkulation pr. luftrenseenhed på 35–230 m³/t skal der foretages kulskifte og udskiftning af støvfiltere 2 gange årligt (4 kg kulfiltre).

Monitoring: Monitoringsprogrammet kan minimeres til en indledende dokumentation og en begrænset efterfølgende kontrol og tilpasning.

Indkøring. Indeklimamålinger før opstart af afværge og under drift (eksempelvis efter 1 og 3 måneder). Første monitoring under drift udføres relativt kort tid efter in-

stallation af afværgen (½–1 måned), med henblik på en eventuel justering og dokumentation af afværgens effekt. *Drift.* Efter indkøringsperioden kan monitoringsfrekvensen fastsættes til eksempelvis hver 6.–12. måned. *Kommentar.* Det bør tilstræbes at udføre indeklimamålinger (før og under drift) i en periode med begrænset udluftning (gerne efterår/vinter). I modsat fald kan effekten af almindelig udluftning vanskeliggøre tolkningen af dokumentationsmålingerne. I forbindelse med monitoring til dokumentation af afværgens effekt er det vigtigt, at monitoring under drift først udføres, når der er opnået ligevægt mellem forureningsfrigivelsen fra ”kilden” og forureningsfjernelsen ved rensning (jf. afsnit om effekt).

Økonomi: *Anlæg.* 10.000 kr. pr. luftrenseenhed ved køb. Leje 375 kr. pr. måned. I en kælderetage (ikke-beboelse) med en grundplan på ca. 90 m² opstilles 3 enheder, svarende til en samlet månedlig udgift på ca. 1.000 kr. Hvis luftrenseren købes, kan den genanvendes på en anden lokalitet, og anlægsinvesteringen kan derfor afskrives over flere lokaliteter. *Drift.* Elforbrug 65W, svarende til ca. 1.200 kr. pr. år pr. enhed. Kulforbrug ca. 2.000 kr./år pr. enhed (inkl. 1 udskiftning af kul- og støvfiltere).

Særlige opmærksomhedspunkter: En forudgående bestemmelse af forureningskilden er væsentlig, da luftrenseenhederne således kan opstilles under hensyntagen til, om indeklimapåvirkningen hovedsageligt stammer fra udeluften eller fra en poreluftforurening under bygningen. Såfremt indeklimapåvirkningen er registreret i en etagedelt ejendom, og såfremt udeluftens bidrag til indeklimapåvirkningen er minimal, opnås størst effekt ved opstilling i kælderetagen (eller nederste etage). For at minimere støjgenerne fra luftrenserne er det vigtigt at foretage en bygningsgennemgang og inddrage de specifikke bygnings- og indretningsmæssige forhold i en detailplanlægning af, hvordan luftrenseenhederne opstilles. Støjen kan eksempelvis forekomme særlig høj ved overgangen mellem to lokaler, hvori der i begge er opstillet luftrenseenheder (stereo-effekt). En gulvkonstruktion af beton og/eller et gulvtæppe i opstillingslokalerne vil medvirke til at reducere støjindtrykket.

Sammenfattende vurdering: Metoden er velegnet til afværge af moderate indeklimapåvirkninger og til akut afhjælpning. Afværgen er ikke afhængig af geologiske og bygningstekniske forhold (gulvopbygning o. lign.), idet indsatsen går direkte i de beboede lokaler, dog skal iagttagelser fra en byggeteknisk gennemgang inddrages ved placeringen af luftrenseenhederne. Der sker ingen oprensning af kilden. På grund af støjgener og indretningsmæssige gener har luftrenseenhederne en midlertidig foranstaltning til afhjælpning af en aktuell indeklimapåvirkning. Foranstaltningen er en god, billig, hurtig og meget fleksibel løsning og har samtidig en stor driftssikkerhed. Flexibiliteten (særligt med henblik på opstillingssted og antal) gør, at metoden kan tilpasses koncentrationsniveauet og oprindelsesstedet/kilden for indeklimapåvirkningen. Endvidere kan luftrenseenhederne umiddelbart genanvendes på en anden

DB-7

lokalitet uden teknisk tilpasning. Alternativer til metoden kan være "Ventilation af kælderetage", jf. DB-5 og "Ventilation af stueetage", jf. DB-6.

Detailmateriale se bilag F7.

Se endvidere eksempeldatablad DB7.1 og DB7.2.

Luftrensning i kælder- og stueetage (uden udeluftpåvirkning)

Grønnegade 39, Fåborg, Fyns Amt

Forureningsscenarium: Bygningen er beliggende på nabogrunden til et tidligere renseri. Den tidligere renseriejendom udgør kildeområdet for en forurening med chlorerede opløsningsmidler. Der er ikke foretaget oprensning i kildeområdet. Moderat til kraftig forurening er påvist i indeklimaet. Indeklimapåvirkningen vurderes at stamme fra en kraftig forurening i poreluften og grundvandet under bygningen. De påviste forureningsniveauer i og under bygningen fremgår af tabel 1 og figur 2. Vandspejl ca. 3 m.u.t.

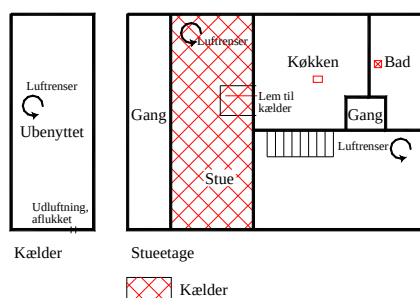
Formål: Indsats over for moderat til kraftig indeklimapåvirkning med PCE. Midlertidig foranstaltning.

Bygning: Ældre byhus (mursten) fra ca. 1900. Det bebyggede areal udgør ca. 45 m². Stue og 1. sal udnyttes til beboelse. På ejendommen er der desuden en ca. 15 m² ubenyttet kælder. Kældergulvet er ubefæstet (sand), og kældervæggene er muret op af en blanding af pig- og mursten. Der er trægulv i stuerne og betongulv i badeværelse og køkken.

Afværge: Aktiv luftrensning ved opstilling af 2 stk. luftrensere (LR2, 95-229 m³/t) i stueetage og 1 stk. luftrenser (LR2, 95-229 m³/t) i kælderetage. Luftrensene var placeret som angivet på figur 1 under hensyntagen til, at influensområdet skulle være så stort som muligt. Alle de opstillede luftrensere var indstillet med en kapacitet på ca. 114 m³/t, svarende til et luftskifte i kælderetagen på ca. 4 gange pr. time og et luftskifte i stueetagen på ca. 2,5 gange pr. time. Støjniveauet for én luftrenseenhed ved ca. 114 m³/t i 1 meters afstand, er målt til 39 dB(A).

Dokumentation: *Primær dokumentation.* Indeklimamåling i stue- og kælderetage (IK), ATD-rør.

Øvrig dokumentation. Udeluftmåling (UL) til verifikation og belysning af spredningsveje, ATD-rør. Monitoring til dokumentation af afværgens effekt er gennemført hhv. før og under drift af afværgen.



Figur 1: Situationsplan

Effekt: Der er opnået en reduktion i PCE-indholdet i indeklimaet i kælderetagen på 90-92%. Der er samtidig opnået en reduktion i PCE-indholdet i indeklimaet i stueetagen på 87-93%. Der er således påvist en høj reduktion af indeklimapåvirkningen, også for relativt høje koncentrationer af PCE i indeklimaet.

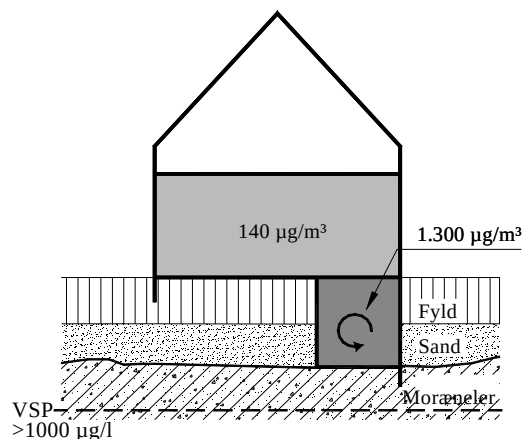
Position	Før □ μg/m ³	Under drift □ μg/m ³	Reduktion (%) (Gennemsnit ifht. før/efter)
Kælder (IK), ubenyttet	1.300 840	88 ¹⁾ 110 ¹⁾	92 90
Stue, øst (IK)	97 140	9,1 ¹⁾ 12 ¹⁾	92 90
Stue, vest (IK)	92 130	7,5 ¹⁾ 14 ¹⁾	93 87
Udeluft (UL)	0,2 -	- 0,58	-

1) Ved et samtidigt luftskifte i kælder- og stueetagen på hhv. ca. 4 gange pr. time (kælder) og ca. 2,5 gange pr. time (stue).

Tabel 1: PCE i indeklima og udeluft.

Tilsyn og monitoring: *Udført.* Monitoring af afværgens effekt er gennemført efter 1 og 2 måneders drift. Der er ikke foretaget driftsjusteringer efter opstart. Der er desuden gennemført monitoring før opstart af afværgen. *Fremtidig.* Ved en fortsat afværgen videredives anlægget under uforandrede driftsbetingelser og med en halvårlig udskiftning af støv- og kulfiltre på luftrensene i kælderetagen og en årlig udskiftning af støv- og kulfiltre på luftrensene i stueetagen. Efter 6-12 måneder bør der udføres indeklimamålinger til monitoring af afværgens effekt.

Til orientering kan det dog oplyses, at der medio 2002 foretages oprensning i kildeområdet, hvorved der etableres ventilationsboringer under bygningen.



Figur 2: Forureningsscenarium

DB-7

Tid: *Før indsats.* Anlægget er idriftsat 18 måneder efter, at forureningen er påvist, og afværge er skønnet nødvendig. *Anlægsperiode.* ½ dag, under forudsætning af, at luftrenseenhederne er leveret. Alternativt skal der påregnes ca. 3 ugers leveringstid. *Drift.* Opstart, oktober 2001.

Økonomi: *Etablering.* 30.000 kr. (for 3 stk. luftrensere (LR2)). *Udført monitoring.* 46.000 kr. (4 målerunder med

IK og UL). (I henhold til anbefalet monitoring, jf. datablad DB-6, er der således udført målinger før opstart af afværge samt efter 1 og 2 måneders drift). *Drift.* 9.000 kr. årligt (inkl. én udskiftning af støv- og kulfiltre).

Samlet vurdering: Afværgen har kørt uden tekniske driftstop, dog har anlægget ved en fejl været slukket i en periode på ca. 1 uge under måleperiode under drift. På baggrund af denne erfaring anbefales det at udforme installationen, således at beboere eller andre ikke kan slukke for anlægget ved et uheld. Den indbyggede timetæller kan registrere den aktuelle driftstid. Afværgen med installation af luftrensere er et hurtigt, fleksibelt, billigt og relativt effektivt tiltag. Endvidere kan luftrenseenhederne relativt nemt integreres i et eksisterende møblement. For den aktuelle lokalitet har beboeren udtrykt, at luftrenseenhederne optager megen plads, hvorfor det skal bemærkes, at afværgen kan virke pladskrævende i en mindre beboelse. Som udgangspunkt bør luftrenseren (LR2, 95-229 m³/t) af støjensyn ikke opstilles i beboelseslokaler. Ved en kapacitet på ca. 114 m³/t er støjniveauet for én luftrenseenhed i 1 meters afstand målt til 39 dB(A). Alternativt kan der opstilles mindre enheder (LR1, 34-95 m³/t), hvilket forventeligt vil medføre en mindre reduktion af indeklimapåvirkningen. På den aktuelle lokalitet har støj fra luftrenseenhederne ikke udgjort en væsentlig gene/irritation for beboeren. Den aktuelle afværge, med opstilling af luftrensere i stue- og kælderetagen, har haft til formål at reducere indeklimapåvirkningen fra den underliggende poreluft- og grundvandsforurening. På den aktuelle lokalitet vurderes en del af indeklimabidraget til stueetagen at stamme fra en poreluft- og grundvandsforurening, som er beliggende under den østlige del af bygningen, hvor der ikke er kælder. Ved opstilling af en luftrenser i kælderetagen har det således kun været praktisk muligt at reducere den del af stuens indeklimabidrag, som stammer fra den underliggende kælderetage.

Se detailmateriale vedr. eksemplet i bilag F7.

Fotos. Ejendommen, luftrensere opstillet i hhv. kælder- og stueetage.

Tegningsmateriale. Situationsplan, der viser placeringen af luftrenseenhederne.

Logbog. Eksempel på logbog til registrering af driftstid og indeklimakoncentrationer.

Luftrensning i kælderetage

Lykkehåbs Allé 4, Odense, Fyns Amt

Forureningsscenarium: Bygningen er beliggende på naboejendommen til et idriftværende renseri. Renseri-ejendommen udgør kildeområdet for en forurening med chlorerede opløsningsmidler. Der er ikke foretaget oprensning i kildeområdet. Moderat forurening er påvist i indeklimaet. Indeklimapåvirkningen vurderes primært at stamme fra en kraftig forurening i poreluften og grundvandet under bygningen. De påviste forureningsniveauer i og under bygningen fremgår af tabel 1 og figur 2. Vandspejl ca. 3 m.u.t.

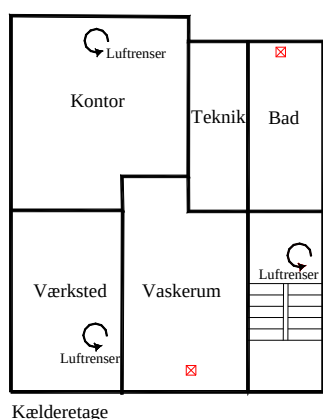
Formål: Indsats over for moderat indeklimapåvirkning med PCE. Midlertidig foranstaltning.

Bygning: Patriciervilla (mursten) fra ca. 1950, ca. 75 m² grundplan, ekskl. tilbygning. Kælder, stue og 1. sal udnyttes til beboelse. Fin stand (høj luftfugtighed i kælderetagen). Betongulve i kælderetagen (varierende tykkelse).

Afværge: Aktiv luftrensning ved opstilling af 3 stk. luftrenser i kælderetage (LR2, 95-230 m³/t). Luftrenserne var placeret som angivet på figur 1 under hensyntagen til, at influensområdet skulle være så stort som muligt. Badeværelse og vaskerum, der på lokaliteten blev benyttet som gennemgang, begrænsede opstillingsmulighederne for luftrenseenhederne. Alle luftrenserne var indstillet med en kapacitet på ca. 114 m³/t, svarende til et luftskifte på etagen på ca. 2 gange pr. time. Støjniveauet for én luftrenser ved ca. 114 m³/t er, i 1 meters afstand, målt til ca. 39 dB(A).

Dokumentation: *Primær dokumentation.* Indeklimamåling i stue- og kælderetage (IK).

Øvrig dokumentation. Poreluftmåling under gulv (MP, passiv opsamling) og udeluftmåling (UL) til belysning af spredningsveje og kildestyrke. Monitoring til dokumentation af afværgens effekt er gennemført hhv. før og under drift af afværge.



Effekt: Der er opnået en reduktion i PCE-indholdet i indeklimaet i kælderetagen på 82%. Der er samtidig opnået en reduktion i PCE-indholdet i indeklimaet i stueetagen på 62%.

Position	Før 0 µg/m ³	Under drift 0 µg/m ³	Reduktion (%) (Gennemsnit ifht. før/efter)
Under gulv (MP)	1.600 1.400	-	-
Kælder (IK)	30 32	5,7 ¹⁾	82 ¹⁾
Stue (IK)	15 26	7,7 ¹⁾	62 ²⁾
Udeluft (UL)	2 32	9,3	-

¹⁾ Ved et luftskifte i kælderetagen på ca. 2 gange pr. time.

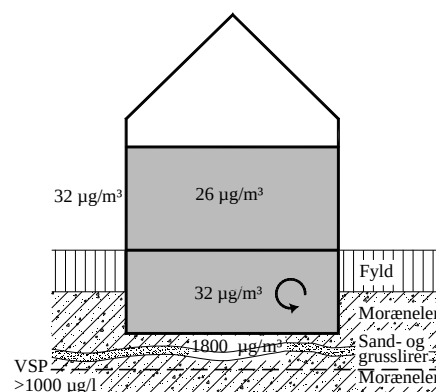
²⁾ Reduktion i stueetagen opnået som afledt effekt til luftrensningen i kælderetagen.

Tabel 1: PCE i indeklima, udeklima og under gulv.

Tilsyn og monitoring: *Udført.* Monitoring af afværgens effekt er udført efter 2 ugers drift. Der er ikke foretaget driftsjusteringer efter opstart. Der er desuden gennemført monitoring før opstart af afværge. *Fremtidig.* Anlægget er på nuværende tidspunkt demonteret (efter ønske fra grundejeren). Ved en fortsat afværgedrift skulle der have været foretaget en årlig udskiftning af støv- og kulfiltre på luftrenserne i kælderetagen. Efter 6-12 måneder skulle der desuden have været gennemført indeklimamålinger til monitoring af afværgens effekt.

Til orientering kan det oplyses, at permanente afværgetiltag til sikring af bygningens indeklima er under projektering og forventes gennemført ultimo 2002.

Tid: Før indsats. Anlægget er sat i drift 6 måneder efter, at forureningen er påvist, og afværge er skønnet nødvendig. *Anlægsperiode.* ½ dag, under forudsætning af, at luftrenseenhederne er leveret. Alternativt skal der påregnes ca. 3 ugers leveringstid.



Figur 2: Forureningsscenarium.

DB-7.2

Drift. Opstart i december 2001, anlæg reduceret i december 2001.

Økonomi: *Etablering.* 30.000 kr. (for 3 stk. luftrensere (LR2)). *Udført monitorering.* 32.000 kr. (3 målerunder med IK, MP og UL). (Til sammenligning med anbefalet mo-

nitering, jf. datablad DB-7 er der alene udført målinger før opstart af afværge samt efter 2 ugers drift). *Drift.* 9.000 kr. årligt (inkl. én udskiftning af støv- og kul-filtre).

Samlet vurdering: Afværgen har kørt uden driftstop. Det anbefales at udforme installationen, således at beboere eller andre ikke kan slukke for anlægget ved et uheld. Den indbyggede timetæller kan registrere den aktuelle driftstid. Afværgen med installation af luftrensere er et hurtigt, fleksibelt, billigt og relativt effektivt tiltag. Endvidere kan luftrenserne relativt nemt integreres i et eksisterende møblement. Ved den aktuelle opstilling af luftrensere i kælderetagen har det været muligt at reducere indeklimapåvirkningen i såvel kælderen som på den overliggende stueetage. Såfremt den primære kilde til indeklimapåvirkningen udgøres af en poreluftforurening under bygningen, vurderes en opstilling af luftrensere i kælderetagen at være den mest optimale placering - både i forhold til en reduktion af indeklimapåvirkningen og i forhold til de medfølgende støjpåvirkninger. Støj fra luftrenseenhederne har ved den aktuelle opstilling i kælderetagen ikke været til væsentlig gene for beboerne.

Se detailmateriale vedr. eksemplet i bilag F5.

Fotos. Ejendommen, luftrensere opstillet i kælderetage.

Tegningsmateriale. Situationsplan, der viser placeringen af luftrenseenhederne.

Logbog. Eksempel på logbog til registrering af driftstid og indeklimakoncentrationer.

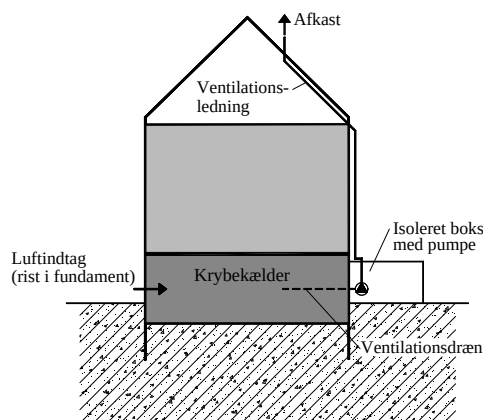
Ventilation af krybekælder (aktiv)

Funktion: Ved aktiv ventilation af krybekælder/-rum under bygningens gulve bortledes forurenede luft, hvorved indeklimapåvirkningen reduceres. Strømningsretning (for den ventilerende luft) og influenszoner styres ved at kombinere "sug" med "luftindtag" fra riste placeret i fundamentet over terrænen. Ved metoden sker en fortynding af den forurenede luft, idet kryberummets naturlige ventilation øges. Antal af udsugningspunkter er som regel mindre end antal luftindtag. Metoden er egnet til afværge mod indeklimapåvirkninger. Den aktive ventilation kan relativt nemt ombygges til passiv ventilation.

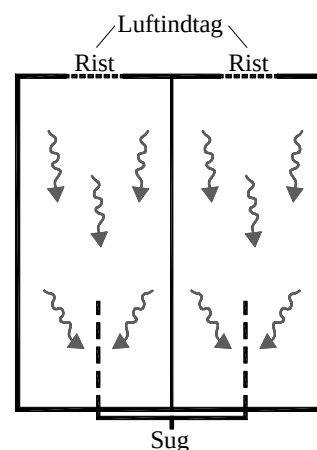
Anlægsbeskrivelse: Ventilationsanlægget monteres udvendigt eller indvendigt i bygningen. Ved indvendig montage placeres anlægget (ventilatoren) et sted, hvor støjfølsomheden er mindst mulig, eksempelvis i en baggang, et skunkrum eller lignende. Ved montage af ventilator i loftsrums eller lign. er det vigtigt, at montagen sker med diffusionstætte samlinger, og at den valgte ventilator er tæt. Modsat kan der ske en opkoncentrering af forureningsdampe i loftsrums og en evt. efterfølgende forureningsspredning til de beboede lokaler. Ved en udvendig montage indbygges anlægget i over- eller underjordisk boks, lyskasse eller lign. (mål ca. 0,8 x 0,8 x 0,8 m), der med fordel lyddæmpes. Den udvendige boks med ventilator mv. kan placeres på terrænen op ad bygningen i en carport el. lign. Anlægget indeholder typisk vakuumpumpe og evt. simpel styring (on/off og evt. timerstyring), omdrejningsregulering (for regulering af flow) og kondensudskiller. For at undgå indsugning af varm udeluft (med høj fugtighed) kan der evt. indbygges fugt-/temperaturstyring på anlægget, hvorved indsugning i disse perioder undgås (eksempelvis ved temperatur over 18° C). Med fordel monteres lyddæmpning på henholdsvis tilgangs- og afgangsrør fra ventilatoren. Evt. kondensvand bortledes manuelt urensset til offentlig kloak. Afkastluften udledes via afkasthætte over husets tag, eventuelt efter forudgående rensning via kulfilter. Typisk pumpestrømelse er 100-300 W med en tilhørende kapacitet på 10 -300m³/h. Anlægget kan drives ved pulserende eller kontinuert drift. Der kan pulseres på timebasis, anlægget kan stoppes om natten,

eller der kan indbygges ventilationspauser af 1-2 måneders varighed. Driftsstrategien afhænger af de aktuelle forhold. Ved markant temperaturfald på gulvet som følge af, at varme fra boligen "suges" ned under gulvet, kan der indbygges varmekabler i risterne for luftindtag. Der ved foretages en opvarmning af luften, inden den ledes ud under gulvet. Der etableres ét eller flere udsugningspunkter med indtag under gulvet. Antal og placering afhænger af specifikke forhold som forureningskoncentration, byggetekniske forhold mv. Udsugningspunkterne etableres som ventilationsdræn indskudt i kryberummet under gulvet eller blot ved tilslutning af ventilationsledningen direkte på ventilationsristen i fundamentet. Ved placering af udsugningspunktet indvendig i boligen kan installationen ligeledes etableres enten blot som en "perforering" af gulvet eller ved installation af ventilationsdræn under gulvet. Ventilationsledninger mellem udsugningspunkter og ventilator placeres over- eller underjordisk. Ventilatoren har en forventet levetid på ca. 5 år. Anlægget er meget driftssikkert og har en stor robusthed. Luftindtag etableres i den overjordiske del af fundamentet og placeres typisk jævnt fordelt rundt om bygningen. Ofte medinddrages de eksisterende ventilationshuller.

Effekt: Anlægget har effekt umiddelbart efter opstart. Der skal dog påregnes en kortere "indkøringsperiode", da der før opstart pga. den kontinuerte forureningsfrigivelse fra jordmatricen, den samtidige tætte "overflade" ved beboelsens betongulve og den relativt ringe luftudskiftning i krybekælderen vil være sket en opkoncentrering af forureningsdampene under gulvene. Modsat dette sker der i driftsfasen en kontinuerlig bortledning af den forurenede poreluft i krybekælderen, hvorved "opkoncentreringen" vil være langt mindre udpræget, eller afhængig af den valgte driftsstrategi, evt. helt elimineret. Anlægget dimensioneres således mest hensigtsmæssigt for et lavere forureningsniveau end det i undersøgelserne påviste niveau. Når anlægget sættes i drift, fjernes indledningsvis den opkoncentrerede "forureningsdyne", der står i kælderen, og først herefter har foranstaltningen den fulde effekt. Indkøringsperioden må forventes at have en varighed af minimum en uge,



Figur 1: Principskitse for den samlede installation



Figur 2: Principskitse for den samlede luftstrømning

hvorefter en "driftsligevægtstilstand" vil indstille sig. Driftsligevægtstilstanden er den tilstand, hvor der er ligevægt mellem forureningsfrigivelsen fra "kilden" og forureningsfjernelsen. Tidspunktet for, hvornår ligevægtstilstanden indtræffer, afhænger dels af forureningspotentialer ved opstart og dels af, med hvilken intensitet der ventileres. Der bortventileres typisk 10-300 m³/h, svarende til 1.000-50.000 luftudskiftninger under gulvet pr. år. Jo mere målrettet et "sug" der etableres, jo mindre luftskifte vil der være behov for. Eksempelvis ved anvendelse af mere end ét udsugningspunkt, der samtidig er placeret optimalt og evt. på baggrund af ventilationstest. Ved en optimal placering er det ofte tilstrækkeligt med en ventilation i størrelsesordenen 30-100 m³/h. Der kan opnås reduktioner i indeklimapåvirkningen på 10-95%.

(Ved en gennemsnitlig koncentration på f.eks. 0,5 mg PCE/m³ fjernes ca. 100 g PCE pr. år). Anlægget har ingen oprensende effekt.

Miljøprofil: *Negativ effekt.* Det årlige elforbrug under drift er i størrelsesordenen 2.000 kWh (ved elenergi, et ressourceforbrug af kul og udledning af forbrændingsgasser). Arbejdsmiljømæssige gener kan forekomme, såfremt der skal foretages håndtering af brugt kul (kulfilter). Såfremt støjdæmpning undlades, må der påregnes et støjniveau fra ekstraktionsanlægget på omkring 30-40 dB(A). Pladskrav for anlægget (indvendig og udvendig montage) er ca. 1 m². Byggeteknisk gennemgang er nødvendig, da der kan opstå råd og lignende i trækonstruktionerne (under gulvet) som følge af ventilation. Der kan opstå træk og fodkulde over gulvene. *Positiv effekt.* Indeklimaet forbedres.

Etablering: Ventilationsanlægget leveres enten færdigt på pladsen eller monteres direkte (indvendig montage) på pladsen. Eventuelle ventilationsdræn føres om muligt ind gennem eksisterende fundamentshuller (ventilationsriste). Efter behov foretages supplerende gennembo- ring af fundamentet for etablering af nye huller. Ofte foretages en ventilationstest til kontrol af ventilations- evnen i de eksisterende riste, og der foretages udbyg- ning efter behov. Overjordisk udvendig rørføring udfø- res i diskret farve og fastgøres eksempelvis med jord- spyd. Underjordisk rørføring etableres ved rydning, ud- gravning, lægning og retablering i ledningstracéet. Af- kastrøret fra vakuumpumpen føres over husets tag og placeres i størst mulig afstand fra tagvinduer og ikke i læ af f.eks. skorsten eller lign. Indvendige installationer i bygningen kan undgås, hvis dette er et krav. Der er en kort etableringsfase. Ved udvendig montage er den største gene, når der etableres den underjordiske rørfø- ring, og afkastrør fra vakuumpumpe monteres. Varighed for arbejdet er ca. 3-5 dage.

Drift: *Indkøring.* Evt. regulering af ydelsen for udsug- ningspunkterne udføres ved opstart. Flowet kan måles i afkastrøret med simpelt mobilt måleudstyr. *Drift.* Efter- følgende justeringer af anlægget kan evt. udelades. Dog kan optimering i nogle tilfælde medføre en øget effekt. Evt. driftskontrol af forureningsniveauet i afkastluften (kontrol af, om der stadig ventileres som planlagt) udfø- res halv- eller helårligt ved eksempelvis PID-måling eller evt. ATD-rør i kombination med nedenstående monitorering. Komponenterne i ventilationsanlægget er

oftest vedligeholdelsesfri. Der udføres minimalt særskilt driftsteknisk tilsyn (evt. hver 4-6 mdr.) eller evt. blot grundejerkontrol.

Monitorering: *Indkøring.* Programmet kan minimeres til en indledende dokumentation og begrænset efterfølgen- de kontrol og tilpasning. Eksempelvis dokumentation ved indeklimamålinger eller passiv opsamling i krybe- kælderen (alternativt på afkastluften). Første monite- ring under drift udføres relativt kort tid efter installati- on af afværgen (½-1 md.) med henblik på evt. justering eller blot dokumentation af afværgens effekt og efterføl- gende typisk efter ca. 3. måneder.

Drift. Derefter evt. halvårligt eller helårligt.

Økonomi: *Anlæg.* Montage af ventilator, udsugnings- punkter, ventilationsriste, rørføring, mv. 20-30.000 kr. ekskl. moms. Overjordisk rørføring (mellem udsug- ningspunkter og ventilator) udgør en væsentlig bespa- relse. Projektet fordyres væsentligt med antallet af su- gepunkter, da der derved bliver behov for øget rørfø- ring, sammenløb mv. Endvidere skal der påregnes øge- de udgifter på kr. 20-30.000 ekskl. moms til rydning og retablering for underjordisk rørføring og lydisoleret boks for ventilator. Selve ventilationsanlægget (ventila- tor og regulator) genanvendes nemt til afværge på an- dre lokaliteter. Anvendelse af erfaren entreprenør anbe- fales. *Drift.* Elforbrug 2-3.000 kr./år. Service 0 kr./år. *Monitorering* (1. år). 15.000 kr. ekskl. moms.

Særlige opmærksomhedspunkter: Ved ventilering af en krybekælderkonstruktion vil der i størstedelen af året ske fjernelse af fugt fra krybekælderen. Hvis for- holdene tillader det, kan der med fordel udlægges en fugtspærre på bunddækket som beskyttelse mod for- dampning af jordfugt ind i krybekælderen. I perioder om sommeren, hvor luften er varm og relativt fugtig, kan der ske en kondensering i krybekælderen på kolde vægge eller gulvflader. Vurderes det, at der i kon- krete tilfælde kan opstå fugtproblemer om sommeren, kan det blive nødvendigt at reducere ventileringen eller opstille en affugter. Der bør foretages en forudgående byggeteknisk gennemgang for at vurdere de konkrete forhold på lokaliteten. Over trægulve kan det i visse si- tuationer være relevant at udlægge en diffusionstæt membran (eks. RAC membran) for derved at sikre et ensartet undertryk i den ventilerede zone under gulvet. Ved stor lækage gennem trægulve kan der opstå pro- blemer med, at kun dele af hulrummet under gulvet ven- tileres og dermed som følge en nedsat afværgemæssig effekt. Endvidere er der, hvis varmluft "suges" fra boli- gen og ned under gulvet risiko for træk, fodkulde og råddannelse i trægulvkonstruktionen. Udlægning af membran fordyrer anlægsudgifterne væsentligt og gi- ver betydelige gener for beboerne i anlægsfasen. Risiko- en ved at undlade membran vurderes oftest at være mi- nimal. Placering af tværgående fundamenter klarlæg- ges, således at strømningsmønstrene kan fastlægges for forskellige ventilationsscenarier. Behovet for rensning af afkastluften skal klarlægges for valg af ventilations- anlæg, ligesom behovet for etablering af varmefflader på riste for friskluftindtag vurderes.

Sammenfattende vurdering: Metoden er særdeles velegnet, når der ønskes gennemført afværgen mod indeklimapåvirkning. Stor effekt. Stor driftssikkerhed. Begrænset investering, idet ventilationsanlægget meget nemt kan genanvendes på andre lokaliteter, ofte uden teknisk tilpasning. Metodens egnethed og effekt på den specifikke lokalitet kan på forhånd fastlægges med stor sikkerhed. Forudgående kalkulationer vedr. frekvens for evt. kulsbrikte vil være behæftet med relativt stor usikkerhed, hvilket dog som regel vil være af minimal økonomisk betydning.

Detailmateriale se bilag F8.

Se endvidere eksempeldatablad DB8.1 og DB8.2

Ventilation af krybekælder (aktiv)

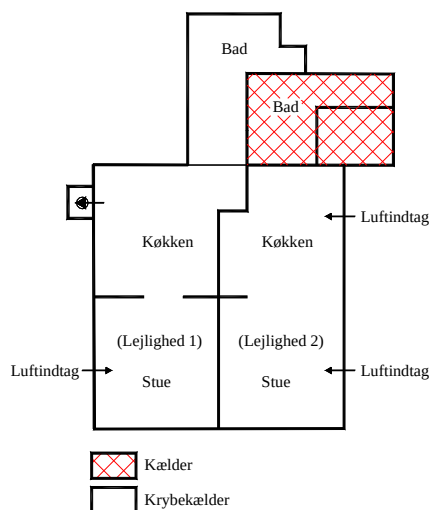
Margårdsvej 26, Nørre Aaby, Fyns Amt

Forureningsscenario: I bygningen har der i perioden 1968 til 1978 været drevet renseri. Herefter har ejendommen, indtil januar 2002, været opdelt i mindre lejligheder til udlejning. Ejendom er nedrevet i januar 2002, og der er efterfølgende foretaget en bortgravning af forurenede jord. Der er påvist en kraftig forurening med chlorerede opløsningsmidler, primært PCE, jf. nedenstående figur 2 og tabel 1. Indeklimapåvirkningen vurderes primært at stamme fra bidrag under bygningen. Bidrag fra sinks er dog ikke undersøgt særskilt og kan være væsentlige. Der er ikke foretaget nogen bortgravning af forurenede jord i perioden, før bygningen nedrives. Jordbundsforholdene består af moræneler under et mindre sandlag. Vandspejlet står ca. 1 m u.t.

Formål: Midlertidig aktiv ventilation af krybekælder med henblik på at reducere den massive indeklimapåvirkning, indtil ejendommen nedrives.

Bygning: Ældre murstensvilla indrettet med mindre lejligheder, hvor lejlighed 1 og 2 er placeret i de tidligere renserilokaler. Under de to lejligheder er krybekælder (ca. 85 m²) samt en mindre kælder (13 m²). Der foreligger ingen oplysninger om, hvordan krybekælderen er opdelt (fundamentafsnit). Etageadskillelsen mellem krybekælder/kælder og stueetage er udført som trægulve.

Afværge: Aktiv ventilation af krybekælder med indsugningsriste. Det er forudsat, at krybekælderen under huset er sammenhængende, og at der ved ventilation (sug) alene i ét punkt sikres en tilstrækkelig luftudskiftning under hele huset. Der er suget fra ét punkt med Lindab kanalventilator (IRE 125 B) med en kapacitet på 300 m³/t, hvilket bevirker, at der sker en luftudskiftning på ca. 50.000 gange pr. år i krybekælderen (krybekælders højde er forudsat at være ½ m). Der er etableret luftindtag i 3 særskilte ventilationsriste, ligeledes placeret i krybekælderen. Der er ingen reguleringsmulighed på ventilatoren. Ventilatoren er placeret udvendig i en lyd-dæmpet boks. Afkastluften er ført til udledning over tag



Figur 1: Situationsplan.

via et Ø125 mm udvendigt ventilationsrør (stål- eller spirorør). Det er ikke vurderet nødvendigt med permanent rensning af afkastluften (kulfiltrering).

Dokumentation: *Primær dokumentation.* Indeklimamålinger (IK) er udført i stueplan ved passiv opsamling på ADT-rør. Ved målingen dokumenteres det, at værgen har direkte effekt på indeklimaet *Øvrig dokumentation.* Ingen

Effekt: Der er opnået en reduktion af PCE-indhold i indeklimaet i lejlighed 1 og 2 på 86 – 95 % jf. tabel 1. Den opnåede effekt resulterer dog ikke i, at indeklimapåvirkningen under drift nedbringes til et niveau under det fastsatte afdampningskriterium.

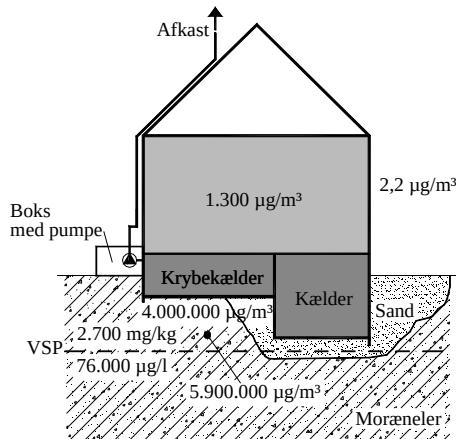
Position	Før (µg/m ³)	Under drift (µg/m ³)	Reduktion (%) (gennemsnit i fht. før/efter)
Lejlighed 1			
Stue	540	48	91
Køkken	530	57	89
Gang	510	41	92
Lejlighed 2			
Stue	1.300	185	86
Køkken	1.300	185	86
Gang	480	26	95

Indeklimamåling (ATD)

Tabel 1: PCE i indeklima

Tilsyn og monitoring: *Udført.* Ingen driftsjusteringer efter opstart. Dokumentation ved IK målingerne er udført henholdsvis før opstart og efter 5 måneders drift. Der er ikke udført yderligere målinger eller monitoring. *Fremtidig.* Ingen, ejendommen nedrives.

Tid: *Før indsats.* Anlægget er etableret 3-4 uger efter beslutning om midlertidig afværge. *Anlæg.* Etablering – 1 uge *Drift.* Februar 2000 til januar 2002.



Figur 2: Forureningsscenario.

Økonomi: *Etablering*. 15.000 kr. ekskl. moms. *Drift*. 1.500 kr. ekskl. moms *Monitering (1 år)*. 8.000 kr. ekskl. moms.

Sammenfattende vurdering: Anlægget har kørt uden driftsstop indtil demontering, og supplerende afværge blev iværksat (nedrivning af ejendommen). Ventilationspumpen har været svagt støjende, dog uden beboerklager. Støjgener ved ventilatoren kan minimeres væsentligt ved påmontering af lyddæmpere på henholdsvis til-/ og afgangsrøret på pumpen. Ved den anvendte ventilator er opnået et relativt højt luftflow, hvilket kan give en øget risiko for træk- og støjgener og evt. råddannelse i trækonstruktioner under gulvniveau pga. kondensering af varm luft tiltrukket fra stueetagen til hulrummet under gulvet. Den opnåede afværgemæssige effekt kan formodentlig opnås ved et markant lavere luftskifte, da der alene vil være behov for en løbende bortledning af de tilstrømmende forureningsdampe. Et luftskifte på 5.000-10.000 gange pr. år er oftest tilstrækkeligt. Rørføring fra ventilator til afkasthætte over tag er ført som synlige rør, hvilket i visse sager må forventes at kunne blive påklaget (visuel gene). Foranstaltningen er hurtig og billig at etablere, og ventilationen kan nemt demonteres og genanvendes senere. Den valgte minimale monitering vurderes at være fuldt tilstrækkelig for overvågning af anlægget.

Se detailmateriale vedr. eksemplet i bilag F8.

Fotos. Ejendommen, ventilator og overjordisk rørføring.

Ventilation af krybekælder (aktiv)

Nørregade 88 Vejen, Ribe Amt

Forureningsscenarium: I nabobygningen har der i perioden 1963 til 1971 været drevet renseri. Ejendommen Nørregade 88 anvendes i dag til bolig og har ikke tidligere været anvendt til forurenende erhverv. Der er påvist en kraftig forurening med chlorerede opløsningsmidler, primært PCE, jf. nedenstående figur 2 og tabel 1. Indeklimapåvirkningen vurderes alene at stamme fra bidrag under bygningen. Jordbundsforholdene består primært af sand, og vandspejlet står ca. 4 m u.t.

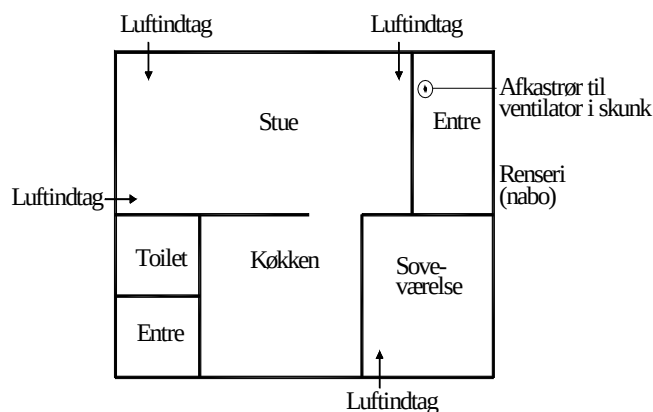
Formål: Foranstaltningen er oprindeligt planlagt som et midlertidigt tiltag med aktiv ventilation af krybekælder med henblik på at reducere en massiv indeklimapåvirkning. Bl.a. pga. en relativt god effekt har tiltaget ændret karakter til at være en varig foranstaltning.

Bygning: Ejendommen er en ældre murstensvilla i to plan, indrettet til bolig. Grundarealet er ca. 110 m². Ejendommen har trægulve udlagt på strøer direkte på jorden. Hulrummet under trægulvet (lille krybekælder) er ca. 30 cm højt og er oprindeligt ventileret ved en passiv ventilation igennem to ventilationsriste indmuret i fundamentet. Der foreligger ingen oplysninger om, hvordan krybekælderen specifikt er opdelt (fundament-afsnit).

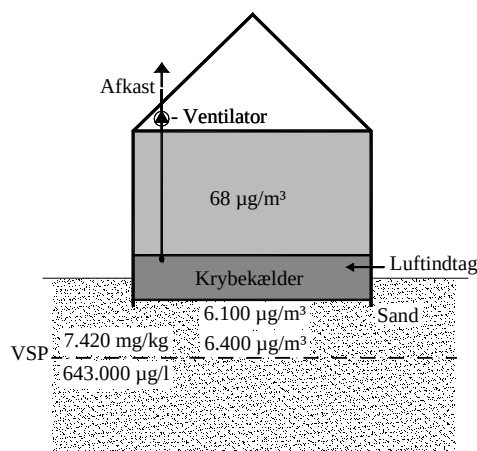
Afværge: Aktiv ventilation af krybekælder med luftindtag gennem ventilationsriste. Det er forudsat, at krybekælderen under huset er sammenhængende, og at der ved ventilation (sug) alene i ét punkt sikres en tilstrækkelig luftudskiftning under hele huset. Samtidig er det forudsat, at der etableres luftindtag i flere punkter, jævnt fordelt under gulvet. Der er etableret udsugning i ét punkt i krybekælderen (under entreen) og luftindtag i 4 punkter i soklen. Et Spirorør (ventilationsrør), dimension $\varnothing 250$ mm, er ført gennem gulvkonstruktionen i entreen og ned til hulrummet i krybekælderen. Fra krybekælderen føres afkastluften op gennem et trapperum til et skunkrum på 1. sal, hvor udsugningsventilatoren

(Lindab, IRE 400 F) er placeret. Ventilatoren er påmonteret lyddæmpere på henholdsvis indsugnings- og afkast siden. Ventilatoren har en kapacitet på 100-600 m³/t og er påmonteret en omdrejningsregulator (CORU 5.0), således at ventilatorens ydelse kan tilpasses de faktiske behov. Med den valgte ventilatorkapacitet er der mulighed for at foretage en luftudskiftning under bygningen på ca. 20.000-150.000 gange pr. år. Afkastrøret fra ventilatoren er fra skunkrummet ført direkte ud gennem taget og afsluttet med et ca. 1 meter højt afkastrør udvendigt på taget. Afkastpunktet er derved placeret ca. 1 meter under kiphøjde. Der er med den valgte ventilator vurderet at være en maksimal emission på 14,4 g PCE pr. time og maksimalt 24 mg/m³, hvorved massestrømgrænsen på 25 g/h, B-værdien på 10 mg/m³, og emissionsgrænsen på 1-5 mg PCE/N m³ er forventet at være overholdt. Ved afkastet ske der endvidere en hurtig fortynding af den forurenede luft. Det er derfor valgt ikke at påmontere anlægget kulfiltre til rensning af luften. Der er etableret i alt 4 luftindtag i soklen, hvor 2 oprindelige ventilationshuller, er genanvendt. Luftindtagene er påmonteret ventilationsriste (dimension 10 x 15 cm).

Dokumentation: *Primær dokumentation.* Indeklimamålinger (IK) og poreluftmålinger under gulv (MP), begge udført som korttidsmålinger over få timer med opsamling på kulrør. Måling under gulv har til formål at dokumentere afværgens effekt i porevolumenet under gulvet. Værdier omregnes efterfølgende til et teoretisk indhold i indeklimaet. Indeklimamålingerne anvendes som kontrol til verifikation af det målte indhold under gulvet. *Øvrig dokumentation.* Trykmåling i luftindtag til kontrol af, om der opnås et ensartet "undertryk" i alle indsugningspunkterne i krybekælderen.



Figur 1: Situationsplan



Figur 2: Forureningsscenarium

Effekt: Der er påvist en reduktion af PCE-indhold i indeklimaet på ca. 100 % jf. tabel 1. Den opnåede effekt målt ved IK viser en påvirkning på et niveau, der er under det fastsatte afdampningskriterium. Modsat repræsenterer måling ved MP fortsat forhøjede indhold i flere målepunkter. På baggrund af IK er det dog sammenfattende konkluderet, at effekten har været tilstrækkelig.

Position	Før ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Under drift ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Reduktion (%) (gennemsnit ifht. Før/efter)
Stue (IK) (MP)	68 ²⁾ 220 ²⁾	<0,2 ²⁾ 3,7 ¹⁾ 16 ²⁾	100 93
Soveværelse (IK) (MP)	71 ²⁾ 6100 ¹⁾ 831 ²⁾	0,1 ²⁾ 39 ²⁾ 0,5 ¹⁾ 1 ¹⁾	100 99

Indeklimamåling og måling under gulv – kort tidsmålinger

1) Vintermåling

2) Sommermåling

Tabel 1 PCE i indeklima og under gulv

Tilsyn og monitoring: *Udført.* Dokumentation ved IK og MP. Målingerne er udført henholdsvis før opstart (2 målerunder) og under drift efter 3 og 9 måneder. Ingen driftsjusteringer efter opstart. Der er ikke udført yderligere målinger eller monitoring. *Fremtidig.* Der udføres kontrol tilsyn for at se, om pumpen kører ca. hver 6. måned. Der er ikke planlagt yderligere tilsyn eller monitoring.

Tid: *Før indsats.* Anlægget blev etableret 2 måneder efter, at det blev vurderet, at påvirkningen var uacceptabel. *Anlæg.* Etablering – 1 uge *Drift.* Opstart maj 1997, fortsat i drift (juni 2002).

Økonomi: *Etablering.* 30.000 kr. ekskl. moms. *Drift.* 1.500 kr. ekskl. moms, pr. år. *Monitoring (1. driftsår).* 8.000 kr. ekskl. moms.

Sammenfattende vurdering: Anlægget har kørt med et enkelt driftsstop. Ventilatorens afbryder var i starten monteret på et "brugerpanel" opsat på skunkvæggens inderside (i boligen). Ved en fejl var anlægget blevet slukket af husets beboere. Afbryderen er derfor efterfølgende demonteret. Omdrejningsregulatoren var/er ligeledes monteret i boligen, hvorved ukyndige har nem adgang til at ændre på den forindstillede ventilation. Ventilatoren har et bredt arbejdsområde (100 – 600 m^3/h), hvorfor luftskiftet kan variere meget markant, hvis der ændres på indstillingen (7.000 – 40.000 gange pr. år). Samtidig bør det bemærkes, at et luftskifte i størrelsesordenen 5.000–10.000 gange pr. år ofte er tilstrækkeligt. Regulatorens montage er fortsat uændret, hvorfor en vurdering af forholdene som opnået afværgeeffekt, risici vedrørende råd i gulvkonstruktionen, strømforbrug osv. er behæftet med stor usikkerhed. Det overvejes derfor at ændre montagen, så regulatoren monteres eksempelvis inde i skunken ved pumpen. Beboerne i ejendommen har udtrykt meget stor tilfredshed med foranstaltningen, der tilsyneladende ud over den målbare effekt i forureningsindholdet også har haft en stor psykologisk effekt, hvor beboerne føler sig trygge. Beboerne har ikke påklaget negative effekter som træk og fodkulde. Byggetekniske forhold som f.eks. eventuelt begyndende råddannelse i gulvkonstruktionen er ikke undersøgt i driftsfasen. De byggetekniske sideeffekter er derfor ukendte. Dette overvejes dog gennemført. Ventilatorens montage i skunkrummet og den påmonterede lydæmpning gør, at anlægget er særdeles støjsvagt (ventilatoren kan ikke høres i boligen). Rørføringen fra ventilatoren til afkasthætten over taget er ført som synlige rør, hvilket i visse sager må forventes at kunne blive påklaget (visuel gene). Der kan i vindstille perioder være risiko for indsugning af afkastluft, da afkasthætten er placeret relativt tæt på boligens tagvindue. Det har været overvejet at udlægge en diffusionstæt membran mellem gulvtæpperne og trægulvene for derved at sikre et ensartet undertryk under gulvet, hindre trækgener og for at minimere risikoen for råddannelse. Generne under etableringen er dog vurderet større end risikoen ved at undlade membranen. Indbygning er derfor undladt. For en nærmere beskrivelse af ovennævnte problemstillinger henvises til DB-9, der overordnet beskriver teknikken "aktiv ventilation af krybekældre". Foranstaltningen er generelt hurtig og billig at etablere, og ventilationen kan nemt demonteres og genanvendes senere. Den valgte monitoring vurderes at kunne begrænses til enten IK eller MP og samtidig være fuldt tilstrækkelig for overvågning af anlægget.

Se detailmateriale vedr. eksemplet i bilag F8.

Fotos. Ejendommen og afkasthætte. Illustration af, hvordan afkast er udført.

Produktblad (membran). Se bilag F1 vedrørende datablad DB1.

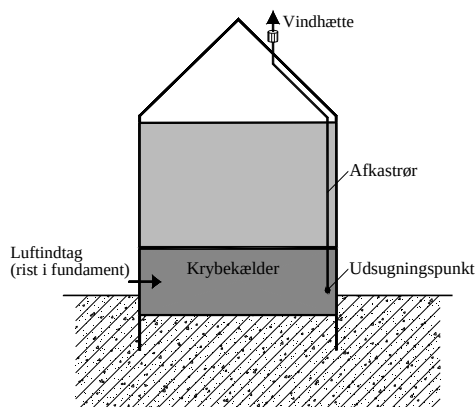
Ventilation af krybekælder (passiv)

Funktion: Ved passiv ventilation af krybekælder/-rum under bygningens gulve bortledes forurenede luft, hvorved indeklimapåvirkningen reduceres. Strømningsretning (for den ventilerende luft) og influenszoner styres ved at kombinere "sug" med "luftindtag" fra riste placeret i fundamentet over terræn. Ved metoden vil der ske en fortynding af den forurenede luft, idet kryberummets naturlige ventilation øges. Antal af udsugningspunkter er som regel mindre end antal luftindtag. Metoden er egnet til afværge mod indeklimapåvirkninger. Ved passiv ventilation anvendes alene vedvarende energiformer (sol, vind m.v.) Den passive ventilation kan relativt nemt ombygges til aktiv ventilation. Der sker ingen oprensning ved metoden. Foranstaltningen vil derfor være permanent.

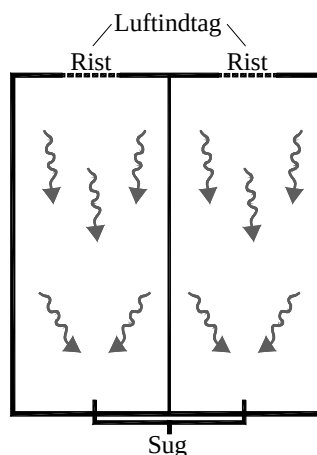
Anlægsbeskrivelse: Der etableres ét eller flere udsugningspunkter med indtag under gulvet. Antal og placering afhænger af specifikke forhold som forureningskoncentration, byggetekniske forhold mv. Udsugningspunkterne etableres som ventilationsdræn indskudt i kryberummet under gulvet eller blot ved tilslutning af ventilationsledningen direkte på ventilationsristen i fundamentet. Ved placering af udsugningspunktet indvendig i boligen kan installationen ligeledes etableres enten blot som en "perforering" af gulvet eller ved installation af ventilationsdræn under gulvet. Ved markant temperaturfald på gulvet som følge af, at varme fra boligen "suges" ned under gulvet, kan der indbygges varmeplader i risterne for luftindtag (sjældent nødvendigt). Ventilationsrør ved terræn (mellem ventilationsdræn og aftræksrør) placeres enten over- /eller underjordisk. Aftræksrør (lodret) føres indvendigt eller udvendigt i bygningen. Ved indvendig rørføring udnyttes termisk opdrift (varm luft stiger opad) som supplerende drivkraft. Indvendig rørføring placeres, så

evt. støjgener minimeres. Ved udvendig rørføring udføres røret i mørk farve og placeres typisk i solsiden for igen at udnytte termisk opdrift som supplerende drivkraft. Der anvendes typisk vinddrevne ventilatorer af typen Supa Vent 10". Ønskes en øget ventilation, udskiftes vindhætte relativt nemt/billigt med motordrevet ventilator (aktiv ventilation). Vinddrevne ventilatorer er meget driftssikre og har stor robusthed. Vindhætter placeres nøje under hensyntagen til fremherskende læ- og luvforhold. Som alternativ drivkraft til vindhætter over tag kan det i nogle tilfælde udnyttes, at der på en af bygningens to modstående sider kan opstå relativt store trykforskelle (luv/læ). Ved denne metode skal det dog sikres, at der ikke er risiko for indsugning af forurenede luft ved luftindtaget. Differenstrøkket anvendes her som drivkraft. Placering af afkast skal nøje overvejes under hensyntagen til eksempelvis tagvinduer, hvor der kan ske indsugning af urensede aftræksluft. I det enkelte tilfælde skal overvejes, om rensning af afkastluft er nødvendig (ved kulfiltrering). I givet fald kan det ofte, pga. modtryk i kulfilteret, blive nødvendigt at indbygge en motor-ventilator i stedet for vinddreven ventilation (aktiv ventilation). Som reguleringsmulighed indbygges eventuelt ventiler på de enkelte - eller udvalgte - ventilationsdræn. Anlægget er meget driftssikkert og har en stor robusthed. Luftindtag etableres i den overjordiske del af fundamentet og placeres typisk jævnt fordelt rundt om bygningen. Ofte medinddrages de eksisterende ventilationshuller. Der kan forventes en samlet levetid på ca. 10 år.

Effekt: Installationen har effekt stort set umiddelbart efter opstart. Der skal dog påregnes en kortere "indkøringsperiode", da der før opstart, pga. den kontinuerede forureningsfrigivelse fra jordmatricen og den samtidigt tætte "overflade" ved beboelsens betongulve, og den relativt ringe luftudskiftning i krybekælderen, vil være sket en opkoncentrering af forureningsdampene under gulvene. Modsat dette sker der i driftsfasen en nogenlunde kontinuerlig bortledning af den forurenede pore-



Figur 1: Principkitse for den samlede installation



Figur 2: Principkitse for den samlede luftstrømning under gulvet

luft i krybekælderen, hvorved "opkoncentreringen" vil være langt mindre udpræget. I længerevarende vindstille perioder kan der dog igen ske en vis opkoncentrering af forureningsdampe med forureningsspredning til bygningen som følge. Anlægget dimensioneres således mest hensigtsmæssigt for et lavere forureningsniveau end det i undersøgelserne påviste niveau. Når anlægget sættes i drift, fjernes indledningsvis den opkoncentrerede "forureningsdyne", der står i kælderen, og først herefter har foranstaltningen den fulde effekt. Indkøringsperioden må forventes at have en varighed af minimum en uge, hvorefter en "driftsligevægtstilstand" nogenlunde vil indstille sig (afhængig af vejrforholdene og vindhættens generelle vindpåvirkning). Driftsligevægtstilstanden er den tilstand, hvor der er ligevægt mellem forureningsfrigivelsen fra "kilden" og forureningsfjernelsen. Tidspunktet for, hvornår ligevægtstilstanden indtræffer, afhænger dels af forureningspotentialer ved opstart og dels af, med hvilken intensitet der ventileres. Der bortventileres i størrelsesordenen 2-10 m³/h, svarende til 1.000-5.000 luftudskiftninger under gulvet pr. år. (Ved en gennemsnitlig koncentration på f.eks. 5 mg PCE/m³ fjernes ca. 250 g PCE/år). Der vurderes at kunne opnås reduktioner i indeklimapåvirkningen på 10-95%. Praktiske erfaringer med foranstaltningen foreligger alene i forbindelse med radonafværge, hvorfor tiltagets effekt dels er vurderet ud fra disse og dels ud fra teoretiske betragtninger og praktiske erfaringer med lignende amtslige afværgetiltag.

Miljøprofil: *Negativ effekt.* Mindre risiko for støjgener i vindventilatoren og rørsystemet. Vindventilator og ud-/vindvendig rørføring kan virke visuelt skæmmende. Der kan opstå træk og fodkulde over gulvene (dog minimal risiko). Foranstaltningen er varig. *Positiv effekt.* Indeklimaet forbedres, og virkningen er hurtig.

Etablering: Eventuelle ventilationsdræn føres om muligt ind gennem eksisterende fundamentshuller (ventilationsriste). Alternativt foretages blot tilslutning af "sug" på de eksisterende ventilationsriste. Efter behov foretages supplerende gennem boring af fundamentet for etablering af nye huller. Ofte foretages en ventilationstest til kontrol af ventilationsevnen i de eksisterende riste, og der foretages udbygning efter behov. Overjordisk udvendig rørføring udføres i diskret farve og fastgøres eksempelvis med jordspyd. Underjordisk rørføring etableres ved rydning, udgravning, lægning og retablering i ledningstracéet. Afkastrøret føres over husets tag. Indvendige installationer i bygningen kan undgås, hvis dette er et krav. Kort etableringsfase. Ved udvendig montage er den største gene, når der etableres den underjordisk rørføring, og afkastrør monteres. Varighed for arbejdet er ca. 3-10 dage afhængig af over-/underjordisk rørføring.

Drift: *Indkøring.* Evt. regulering af ydelsen for ventilationsdrænen udføres ved opstart. Flowet kan måles i afkastrøret med simpelt mobilt måleudstyr. *Drift.* Efterfølgende justeringer af anlægget kan evt. udelades. Dog kan optimering i nogle tilfælde medføre en øget effekt. Evt. driftskontrol af forureningsniveauet i afkastluften (kontrol af, om der stadig ventileres som planlagt) udføres halv- eller helårligt ved eksempelvis PID-måling

eller evt. ATD-rør i kombination med nedenstående monitorering. Komponenterne i ventilationsanlægget er oftest vedligeholdelsesfri. Der udføres minimalt særskilt driftsteknisk tilsyn (evt. hver 6. måned) eller evt. blot grundejerkontrol. Vinddreven ventilator er oftest vedligeholdelsesfri.

Monitorering: *Indkøring.* Programmet kan minimeres til en indledende dokumentation og begrænset efterfølgende kontrol og tilpasning. Eksempelvis dokumentation ved indeklimamålinger eller passiv opsamling i krybekælderen (alternativt passiv opsamling af afkastluft). Første monitorering under drift udføres relativt kort tid efter installation af afværgen (½-1 md.) med henblik på evt. justering eller blot dokumentation af afværgens effekt og efterfølgende typisk efter ca. 3 måneder. *Drift.* Derefter evt. halvårligt eller helårligt.

Økonomi: *Anlæg.* Etablering af sugepunkter, ventilationsriste, rørføring, mv. ca. 20-50.000 kr. ekskl. moms. Overjordisk rørføring (mellem udsugningspunkter og vindhætte) udgør en væsentlig besparelse. Etablering af ventilationsdræn i krybekælderen fordyrer projektet væsentligt. Projektet fordyres endvidere væsentligt med antallet af sugepunkter, da der derved bliver behov for øget rørføring, sammenløb mv. Endvidere skal der påregnes øgede udgifter ved underjordisk rørføring til rydning og retablering. Anvendelse af erfaren entreprenør anbefales. *Drift.* 0 kr./år. *Monitorering* (1. år). 15.000 kr. ekskl. moms.

Særlige opmærksomhedspunkter: Der skal foretages en forudgående byggeteknisk gennemgang med henblik på en optimal placering af sugepunkterne under hensyntagen til tværgående fundamenter. Ved ventilering af en krybekælderkonstruktion vil der i størstedelen af året ske fjernelse af fugt fra krybekælderen. Hvis forholdene tillader det, kan der med fordel udlægges en fugtspærre på bunddækket som beskyttelse mod fordampning af jordfugt ind i krybekælderen.

I perioder om sommeren, hvor luften er varm og relativt fugtig, kan der ske en kondensering i krybekælderen på kolde vægge eller gulvflader. Vurderes det, at der i konkrete tilfælde kan opstå fugtproblemer om sommeren, kan det blive nødvendigt at reducere ventileringen eller opstille en affugter. Over trægulve kan det i visse situationer være relevant at udlægge en diffusionstæt membran (eks. RAC membran) for derved at sikre et ensartet undertryk i den ventilerede zone under gulvet. Ved stor lækage gennem trægulve, kan der opstå problemer med, at kun dele af hulrummet under gulvet ventileres. Endvidere er der, hvis luften (varm luft) "suges" fra boligen og ned under gulvet, risiko for træk, fodkulde og råddannelse i trækonstruktionen. Udlægning af membran fordyrer anlægsudgifterne væsentligt og giver betydelige gener for beboerne i anlægsfasen. Risikoen ved at undlade membran vurderes oftest at være minimal. Behovet for rensning af afkastluft skal klarlægges for valg af ventilatorenhed (passiv/aktiv), ligesom behovet for etablering af varmeflader på riste for friskluftindtag vurderes.

DB - 9

Sammenfattende vurdering:

Metoden er særdeles velegnet, når der ønskes gennemført afværge mod indeklimapåvirkninger. God effekt. Ved vindventilatorer dog varierende effekt. Det skal bemærkes, at der ikke sker nogen oprensning, og at foranstaltningen derfor er permanent med varige gener og tilsyn. Foranstaltningen er en relativt billig og hurtig løsning med stor fleksibilitet, således at der nemt kan foretages udbygning til aktiv ventilation. Anlægget har samtidig en stor driftssikkerhed. Metodens egnethed og effekt på den specifikke lokalitet kan på forhånd fastlægges med stor sikkerhed. Forudgående kalkulationer vedr. fjernelsesrater vil dog være behæftet med relativt stor usikkerhed. Dette er dog ikke afgørende for valg af metode. Alternativer til metoden kan være "Ventilation af krybekælder (aktiv)", jf. /DB-8,

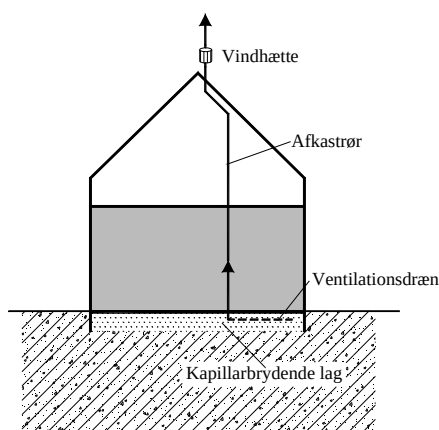
Detailmateriale se bilag F9.

Se endvidere eksempeldatablad for passiv ventilation af kapillarbrydende lag (vindhætte) DB10.1

Ventilation af kapillarbrydende lag (passiv med luftindtag)

Funktion: Ved ventilation af det kapillarbrydende lag (højpermeabelt lag) under gulvet bortledes forurenede luft, således at indeklimapåvirkningen minimeres. De bedste strømningsforhold opnås under en tæt gulvoverflade (betongulv). Strømningsretning og influenszoner, for den ventilerede luft styres ved at kombinere "sug" med "luftindtag". Der etableres kunstig lækage (luftindtag) i flere punkter under gulvet med forbindelse til udvendigt terræn. Uden luftindtag vil lufttilførslen ske gennem tilfældige revner i fundamentet, revner og utætheder i gulvkonstruktionen og/eller lækage mod udvendigt terræn via ventilationsdræne. Antal ventilationsdræn (sug) svarer omtrent til antal luftindtag. Luftindtagene placeres i samme dybde som ekstraktionsdræne, hvorved muligheden for at hele porevolumenet under bygningen gennemgår en løbende udskiftning (optimalt influensområde) bedres. Ved passiv ventilation anvendes alene vedvarende energiformer (sol, vind osv.) Metoden er relativt uafhængig af de geologiske forhold, når blot der i gulvopbygningen indgår et højpermeabelt lag (kapillarbrydende lag). Der sker ingen direkte oprensning ved metoden. Foranstaltningen vil derfor være permanent. Metoden med passiv ventilation af det kapillarbrydende lag er velafprøvet.

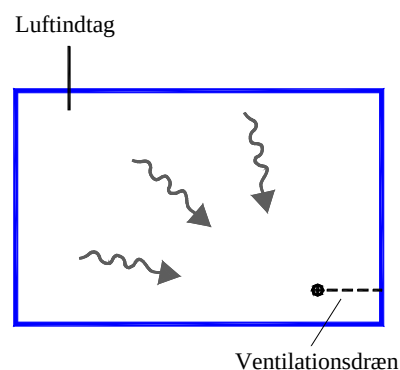
Anlægsbeskrivelse: Ventilationsdræne placeres umiddelbart under gulv, midt i det kapillarbrydende lag. Ventilationsrør ved terræn (mellem ventilationsdræn og afkastør) placeres enten over- /eller underjordisk. Afkastør (lodret) føres indvendigt eller udvendigt i bygningen. Ved indvendig rørføring udnyttes termisk opdrift (varm luft stiger opad) som supplerende drivkraft. Indvendig rørføring placeres, så evt. støjgener minimeres. Ved udvendig rørføring udføres røret i mørk farve og placeres typisk i solsiden for igen at udnytte termisk opdrift som supplerende drivkraft. Endvidere skal udvendige rør isoleres. Der anvendes typisk vinddrevne ventilatorer af typen Supa Vent 10". Ønskes en øget ventilation, udskiftes vindhætte relativt nemt/billigt med motordrevet ventilator. Vinddrevne



Figur 1: Principkitse for den samlede installation

ventilatorer er meget driftssikre og har stor robusthed. Vindhætter placeres nøje under hensyntagen til fremherskende læ- og luvforhold. Som alternativ drivkraft til vindhætter over tag kan det i nogle tilfælde udnyttes, at der på en af bygningens to modstående sider kan opstå relativt store trykforskelle (luv/læ). Ved denne metode skal det dog sikres, at der ikke er risiko for indsugning af forurenede luft ved luftindtaget. Differenstrykket anvendes her som drivkraft. Placering af afkast skal nøje overvejes under hensyntagen til eksempelvis tagvinduer, hvor der kan ske indsugning af urensede aftræksluft. I det enkelte tilfælde skal overvejes, om rensning af afkastluft er nødvendig (ved kulfiltrering). I givet fald kan det pga. modtryk i kulfilteret blive nødvendigt at indbygge en motorventilator i stedet for vinddrevne ventilation. Som reguleringsmulighed indbygges eventuelt ventiler på de enkelte - eller udvalgte ventilationsdræn. Der kan forventes en samlet levetid på ca. 10 år.

Effekt: Installationen har effekt stort set umiddelbart efter opstart. Der skal dog påregnes en kortere "indkøringsperiode", da der før opstart pga. den kontinuerte forureningsfrigivelse fra jordmatricen og den samtidige tætte "overflade" ved beboelsens betongulve vil være sket en opkoncentrering af forureningsdampene under gulvene. Modsat dette sker der i driftsfasen en nogenlunde kontinuerlig bortledning af den forurenede poreluft i krybekælderen, hvorved "opkoncentreringen" vil være langt mindre udpræget. I længerevarende vindstille perioder kan der dog igen ske en vis opkoncentrering med forureningsspredning til bygningen som følge. Indkøringsperioden må forventes at have en varighed af minimum en uge, hvorefter en "driftsligevægtstilstand" nogenlunde vil indstille sig (afhængig af vejrforholdene og vindhætternes placering). Driftsligevægtstilstanden er den tilstand, hvor der er ligevægt mellem forureningsfrigivelsen fra "kilden" og forureningsfjernelsen. Der bortventileres i størrelsesordenen 2-10 m³/h, svarende til 1.000-5.000 luftudskiftninger under gulvet pr. år. (Ved en gennemsnitlig koncentration på f.eks. 5 mg PCE/m³ fjernes ca. 250 g PCE/år). Der kan opnås reduktioner i indeklimapåvirkningen på 50-95 %.



Figur 2: Principkitse for den samlede luftstrømning under gulv

DB - 10

Miljøprofil: *Negativ effekt.* Mindre risiko for støjgener i vindventilatoren og rørsystemet. Vindventilator og ud-/indvendig rørføring kan virke arkitektonisk skæmmende. I sjældne tilfælde kan observeres en svag støj op gennem gulvet fra filtre placeret i det kapillarbrydende lag under gulvet. Foranstaltningen er varig. *Positiv effekt.* Indeklima forbedres, og virkningen er hurtig.

Etablering: Ventilationsdrænen indbores ved håndboring. Fundamentet frigraves (mål ca. ½ x 1 m) indtil 20 cm under indboringsdybden. De pneumatiske forhold testes i hvert enkelt dræn. Dræn med afvigende ringe ydelse kasseres og erstattes efter behov. Ventilationstest (kontrol af flow, modtryk og koncentration) danner grundlag for valg af ventilator (vind/motor) og danner endvidere beslutningsgrundlag for at vurdere, om tilslutning af kulfilter er nødvendig. Udvendig rørføring fastgøres og leveres om muligt i sort farve. Etableringsfasen er kort, men forlænges dog lidt ved indvendig rørføring. Største gene for beboere er frigravning af fundamenter (jordarbejde) ca. 2 dage og evt. arbejde med indvendig rørføring. Samlet etableringsperiode 1-2 uger.

Drift: *Indkøring.* Indjustering af ydelser imellem de enkelte dræn udføres ved opstart. Grundlag er ventilationstests og evt. felt-GC målinger under opstart. *Drift.* Efterfølgende, minimal justering (primært på baggrund af PID, evt. hver 2-6 md.). Minimal særskilt driftstekniks tilsyn (evt. hver 6. mdr.). Ventilator oftest vedligeholdelsesfri.

Monitering: *Indkøring.* Programmet kan minimeres til en indledende dokumentation og begrænset efterfølgende kontrol og tilpasning. Eksempelvis dokumentation ved indeklimamålinger eller poreluftmåling under gulv (alternativt ved passiv opsamling af afkastluft). Til fastlæggelse af forureningsniveauet i den ekstraherede luft kan endvidere foretages måling på afkastluften ved passiv opsamling på kulrør eller felt-GC måling samt en periodisk logning af flowet i ekstraktionsdrænen. Typisk efter 1, 3 og 6 måneder. *Drift.* Derefter halvår-

lig/årlig måling på samlet afkastluft for indhold af chl. (alternativt ved poreluftmåling under gulv eller indeklima).

Økonomi: *Anlæg.* 100.000-300.000 kr. Overjordisk rørføring (vandret mellem dræn og afkastrør) vil udgøre en væsentlig besparelse. Indvendig rørføring kan fordyre projektet. *Monitering (1. år).* 15.000 kr., inkl. indkøring. *Drift.* 0 kr.

Særlige opmærksomhedspunkter: En forudgående byggeteknisk gennemgang er vigtig. Ved denne gennemgang skal det bekræftes, at der er et højpermeabelt lag under gulvet (kapillarbrydende lag) med en minimumstykkelse på 10 cm. Materiale fra finkornet sand og opefter i kornstørrelse. Det "kapillarbrydende lag" under ældre huse er af meget varierende karakter (fra ler til murbrokker). Placering af evt. tværgående fundamenter klarlægges for en vurdering af mulige strømningsmønstre ved forskellige scenarier for placering af ventilationsdrænen. Tværgående fundamenter under bygningen lokaliseres, da disse kan hindre den ønskede strømning. De pneumatiske forhold, influensradier osv. skal derfor her overvejes nøje inden endeligt metodevalg og design. Geologiske forhold for de øvre jordlag, vandspejlsniveau og -variationer er ligeledes betydende parametre for en vurdering af ventileringsmuligheder, strømningsmønstre, flowforhold, driftsstrategi mv. Endvidere skal det bemærkes, at ved en kraftig ventilation under trægulve kan utilstrækkeligt luftindtag (kunstig lækage) bevirke, at der sker en strømning af inde-luft fra den ovenliggende bolig ned gennem revner og sprækker i gulvet. Kondensering af varm luft under gulvet kan efterfølgende forårsage råd i konstruktionen. Efter endt filterinstallation bør der gennemføres ventilationstests på de færdige ventilationsdræne inden valg af ventileringsenhed (vindhætter o.lign.) og færdig tilslutning.

Sammenfattende vurdering: Metoden er særdeles velegnet, når der ønskes gennemført afværge mod indeklimapåvirkninger. God effekt i højpermeable zoner. Ved vindventilatorer dog varierende effekt. Det skal bemærkes, at der ikke sker nogen oprensning, og at foranstaltningen derfor er permanent, med varige gener og tilsyn. Foranstaltningen er en relativt billig og hurtig løsning med stor fleksibilitet, således at der nemt kan foretages udbygning til aktiv ventilation. Anlægget har samtidig en stor driftssikkerhed. Metodens egnethed og effekt på den specifikke lokalitet kan på forhånd fastlægges med stor sikkerhed. Forudgående kalkulationer vedr. fjernelsesrater vil dog være behæftet med relativt stor usikkerhed. Dette er dog ikke afgørende for valg af metode.

Detailmateriale se bilag F10.

Se endvidere eksempeldatablade for tekniske detaljer, DB10.1 og DB10.2

Ventilation af kapillarbrydende lag (passiv med luftindtag)

Nordborg, Ridepladsen 3, Sønderjyllands Amt

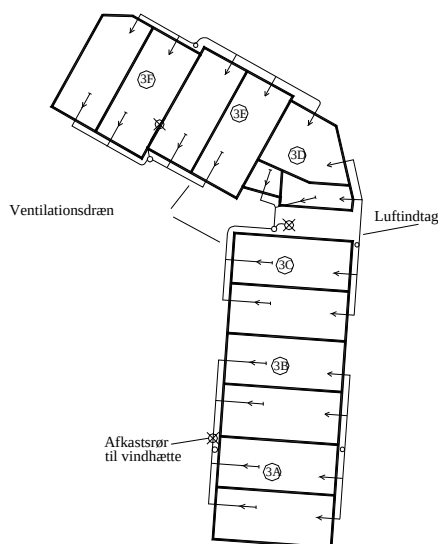
Forureningsscenarium: Bygningen er nyopført i et kildeområde (tidligere renserigrund) uden forudgående afgravning af forurenede jord. Kraftig forurening i jord, poreluft og grundvand. Moderat til kraftig forurening er påvist i indeklimaet. Påvirkningen vurderes alene at stamme fra bidrag fra en poreluftforurening under bygningen. De påviste forureningsniveauer ses af nedenstående tabel 1 og figur 2. Vandspejl 10 m u.t. Sand under bygningen.

Formål: Permanent indsats over for moderat til massiv indeklimapåvirkning med PCE.

Bygning: Nyere lejlighedskompleks (1996). 6 beboelseslejligheder, ca. 70 m² (etplan). Fin stand. Betongulve med kapillarbrydende lag (15 cm småsten).

Afværge: Passiv ventilation af kapillarbrydende lag under gulv. 10 stk. ventilationsdræn (2 stk. pr. lejlighed), 50 mm filter. Installation ved håndboring. Placering 20 cm under gulvoverflade. En ventilator pr. 4 ventilationsdræn. Ventilator og afkasthætte monteret udvendig på tag. 10 stk. luftindtag (lodret slidset stålør). Udvendig rørføring.

Dokumentation: *Primær dokumentation.* Poreluftmåling under gulv over kort tid (MP), passiv opsamling på kulrør af afkastluft, samlet prøvetagning for hver 4 dræn (PA). Måling under gulv har til formål at dokumentere afværges effekt i porevolumenet under gulvet. Værdien omregnes efterfølgende til et teoretisk bidrag i indeklimaet. Måling på afkast giver en fornemmelse af indholdet i den ekstraherede luft. Denne værdi forventes under ensartede vejrforhold at være omtrent konstant over tid. *Øvrig dokumentation.* Indeklimamåling (IK), periodisk logning af flow i afkastroer (samlet for 4 dræn). Indeklimamåling anvendes som kontrol til verifikation af det målte indhold under gulvet.



Figur 1: Situationsplan

Effekt: Der opnås en reduktion i indhold under gulv på 89-98 % og en teoretisk beregnet reduktion i indeklimaet på 90-95 % i indeklimaet. Den opnåede effekt resulterer i, at indeklimapåvirkningen under drift vurderes at være nedbragt til et niveau under det gældende af-dampningskriterium. Effekten er som forventet.

		Før	Efter	
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Gennemsnit (3 runder) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Reduktion (%)
3A	IK	430	21	95
	MP	118.000	3.450	97
3B	IK	41	4	90
	MP	11.200	1.211	89
3C	IK	33	2,6	92
	MP	9.000	400	96
3D	IK	0,34	0,2	-
	MP	99	2,5	97
3E	IK	200	2,1	90
	MP	54.162	872	98
3F	IK	51	2,5	95
	MP	13.944	1.428	89

Indeklima (M3-monitor)

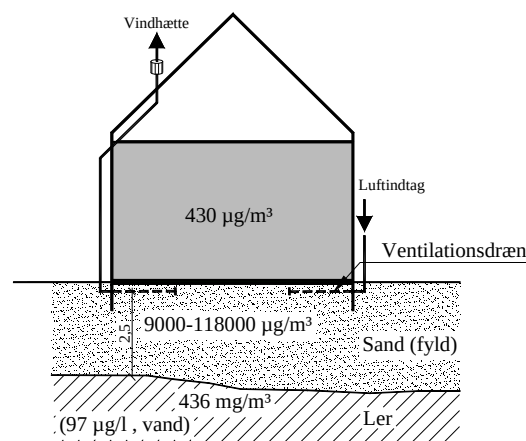
*Indeklima (lejlighed 3A) er ved én runde høj pga. tøjrens eller lign.

Generelt: Indeklima (før og én runde under drift) er beregnet, øvrige målt

Tabel 1 PCE i indeklima og under gulv

Ved flowmåling (stille og blæsende vejr, 11 dages måling) er påvist flow i afkast på 2,6 – 7,3 m³/h, svarende til en luftudskiftning på ca. 2-15 gange pr. døgn. Forhold omkring effekt i vindstille perioder er yderligere søgt dokumenteret ved poreluftmåling under gulv over kort tid.

Tilsyn og monitoring: *Udført.* Dokumentation ved MP og PA efter 2, 4 og 6 måneders drift. Ingen driftsjusteringer efter opstart. *Fremtidig.* Kontrol af vindhætter, Opsamling på kulrør én gang årligt PA). Hvis der er væsentlige afvigelser, suppleres der med indeklimamåling og evt. flowmåling. Ingen yderligere monitoring.



Figur 2: Forureningsscenarium

DB - 10.1

Tid: *Før indsats.* Anlæg etableret 4 måneder efter afværgen vurderes at være nødvendigt. *Anlæg.* 2 uger.
Drift. Opstart maj 1999. Fortsat i drift (marts 2002).

Økonomi: *Etablering.* 65.000 kr. pr. lejlighed. *Monitering* (1. år.) 30.000 kr. pr. lejlighed (inkl. prøvetagning).
Drift. 0 kr.

Samlet vurdering: Anlægget har kørt uden driftstop. Visuelt er hætterne iøjnefaldende. I kraftig blæst (storm) kan vindhætterne høres, dog ingen klager. Hurtigt, sikkert og effektivt tiltag, dog med nedsat effekt i vindstille perioder. Dokumentation overvejes ændret til passiv opsamling under gulv, så usikkerhed pga. variation over tid minimeres.

Se detailmateriale vedr. eksemplet i bilag F10.

Fotos. Vindhætter, luftindtag, afkastør, moniteringstuds og moniteringspunkt. Etableringsfasen. Eksempel på udstyr, der alternativt kan anvendes, såfremt håndboring ikke er mulig.

Tegningsmateriale. Situationsplan. Eksempel på detaljeringsgrad ved udbud. Detailtegning – luftindtag. Detailtegning – moniteringstuds.

Ventilation af kapillarbrydende lag under gulve (passiv med luftindtag)

Vestergade 62, Tønder, Sønderjyllands Amt

Forureningsscenarium: Bygningen er en tidligere renseribygning og har tidligere været anvendt til farveri og limfabrik. Den samlede driftsperiode er usikker, men dækker ca. perioden 1950 - 1970. Der er påvist en kraftig forurening med chlorerede opløsningsmidler, primært PCE, jf. nedenstående figur 2 og tabel 1. Påvirkningen i bygningen stammer primært fra bidrag under bygningen, men sinkspåvirkning i bygningen kan ikke udelukkes. De terrænnære jordbundsforhold består primært af sandet fyld, og vandspejlet står ca. 1,5 m u.t.

Formål: Permanent foranstaltning, der har til formål at nedbringe indeklimapåvirkning til et niveau under Miljøstyrelsens afdampningskriterium.

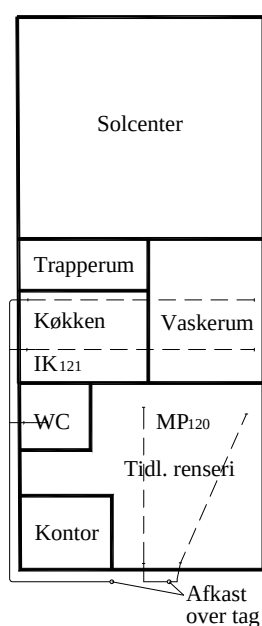
Bygning: Bygningen er den tidligere renseribygning. Bygningen er opført ca. 1940 og er delvis i to plan med et bebygget areal på ca. 70 m². Bygningen anvendes i dag til bolig. Ejendommen er i meget ringe stand med tynde betongulve med talrige revner (i vaskerummet også enkelte større huller).

Afværge: Passiv ventilation af kapillarbrydende lag under gulv. Der ventileres fra 5 ventilationsdræn (dimension ø80mm, drænrør), beliggende horisontalt under bygningen. Ventilationsdrænen er af varierende længde (1 til 6 meter lange). Drænen er beliggende ca. 0,4 meter under indvendig gulvoverflade. Ventilationen er installeret således, at alle dræn i starten anvendes til sug. Der er derved ikke tilsluttet noget luftindtag. Hvis effekten af dette er for ringe, ændres foranstaltningen til aktiv ventilation, og halvdelen

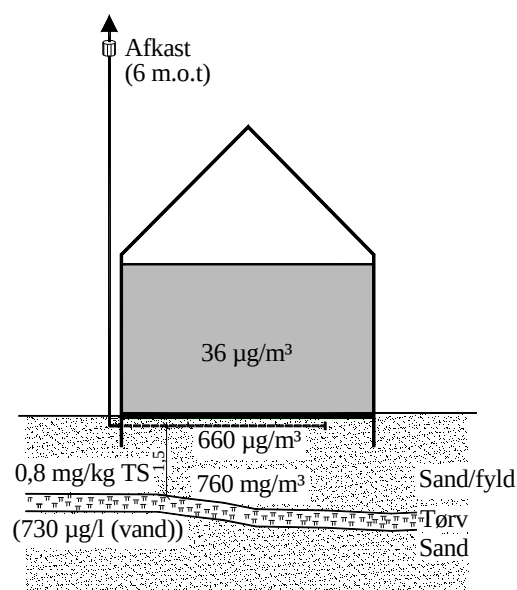
af de installerede dræn omdannes til luftindtag, der påkøbes svanehalse med forbindelse til fri luft. Alle ventilationsdræn er etableret ved en vandret indboring under gulvet (snegl påmonteret gravemaskine). Installationen forløb nogenlunde uproblematisk. Placeringen af de enkelte dræn er dog justeret noget i forhold til den planlagte placering pga. ukendte fundamenter og lign. Drænene er fremført i 2 grupper af henholdsvis 2 stk. og 3 stk. dræn til to separate afkastør. De to afkastør er 6 meter høje stålrør, som er påmonteret vinddrevne ventilatorer (Supa Vent). Der foretages ikke rensning, da fortynding 6 m o.t. er vurderet fuldt tilstrækkelig. Afkastpunkterne er placeret ved gavlen af bygningen (tilbygning i ét plan).

Dokumentation: *Primær dokumentation.* Korttidsporeluftmåling under gulv. *Øvrig dokumentation.* Ingen.

Effekt: Der opnås ingen reduktion i indholdet af forureningskomponenter under gulvet ved den iværksatte ventilation. Ved målinger henholdsvis før og efter påvises derimod en stigning i indholdet af PCE under gulv på 430-1870 %.



Figur 1: Situationsplan



Figur 2: Forureningsscenarium

DB-10.2

	Før	Efter			Reduktion
		1. runde (1. år)	2. runde (1. år)	3. runde (2. år)	
MP120	660 ¹⁾ (1.3)	13.000 (24.7)	3.500 (6.7)	3.300	ingen reduktion
IK121	36 ²⁾			3.7 ³⁾ 3.7 ³⁾	88 % ⁴⁾

Tal i parentes angiver det beregnede bidrag til indeklimaet.

- 1) Måling udført i forbindelse med undersøgelse. Senere målinger er foretaget i ny-etableret målepunkt, omtrent samme sted.
- 2) Indeklimamåling (måling i marts) er foretaget ved passiv opsamling over 7 dage.
- 3) Indeklimamåling (måling i juli) er foretaget ved passiv opsamling over 17 dage.
- 4) Reduktionsfaktor behæftet med stor usikkerhed

Tabel I PCE under gulv og i indeklima

De store variationer i indholdet af PCE under gulv vurderes primært at skyldes ændringer i atmosfæretryk, temperatur og vindforhold samt det forhold, at ventilationen kan igangsætte nye strømningsmønstre under gulvet. Derved kan målepunktet tilføres en forurening, der ikke tidligere var "tilgængelig" for dette målested. Målingerne kan derved være vanskelige at anvende til en vurdering af effekten. Da gulvene er meget revnede, kan målingerne endvidere være påvirkede af lækage under prøvetagningen. Første års drift indeholder ikke dokumenterende flowmålinger til afklaring af flowforholdene i ventilationsdrænene under forskellige vindforhold. Disse er planlagt udført, dersom gentagne poreluftmålinger påviser en uacceptabel effekt. Vurdering omkring første års drift baseres således alene på kort-

tidsporeluftmålinger under gulv (ét målepunkt). Efter første års drift er foretaget indeklimamålinger. Ved indeklimamålingerne påvises et fald i forureningskoncentrationen. Målingerne er udført i sommerperioden og er derved behæftet med væsentlig usikkerhed pga. almindelig udluftning. Der er derfor planlagt gennemført en supplerende måling i vinterhalvåret. Samlet set vurderes det at være usikkert, om tiltaget har den ønskede effekt, primært ved dette, at der stadig påvises høje forureningskoncentrationer under gulvet.

Tilsyn og monitoring: *Udført.* Dokumentation ved MP efter 2, 6 og 19 måneders drift. Der er ikke udført driftsjusteringer efter opstart (anlægget er ikke installeret med reguleringsventiler). *Efter første års drift.* Dokumentationen er udvidet til at omfatte en indeklimamåling (sommermåling) suppleret med endnu en poreluftmåling under gulv (korttidsmåling), hvorefter der er foretaget en revideret risikovurdering. Som en del heraf er planlagt udført en supplerende vintermåling.

Tid: *Før indsats.* Anlægget er etableret ca. 9 måneder efter, at det blev vurderet, at afværge ville være nødvendig. *Anlægsperiode.* 14 dage. *Driftsperiode.* Opstart. januar 2001, fortsat i drift (juni 2002).

Økonomi: *Anlæg.* 100.000-300.000 kr. Overjordisk rørføring (vandret mellem dræn og afkastør) vil udgøre en væsentlig besparelse. Indvendig rørføring kan fordyre projektet. *Monitoring (1. år).* 30.000 kr., inkl. indkøring. *Drift.* 0 kr.

Samlet vurdering: Anlægget er relativt hurtigt og billigt installeret. Effekten er fra starten vurderet til at være noget usikker pga. risiko for lækage mod terræn (meget revnede gulve). Ved den passive ventilation må der endvidere i vindstille perioder forventes en nedsat effekt. Der er ikke foretaget ventilationstest i forbindelse med etableringen af ventilationsdrænene. De pneumatiske forhold i de enkelte dræn er derved ukendte. Tiltaget er fra starten planlagt iværksat som en "step by step"-løsning, hvor første tiltag har været installation af ventilationsdræn og opkobling på vinddrevne ventilatorer (passiv ventilation). Hvis denne foranstaltning viser sig at være utilstrækkelig, kan anlægget relativt nemt udvides til en aktiv ventilation (eldreven ventilator med ensartet kontinuert drift). Det overvejes i øjeblikket (på baggrund af IK og MP) at foretage denne ændring. En ventilationstest i de enkelte ventilationsdræn vil give et bedre beslutningsgrundlag for en ændring til aktiv ventilation. De to fritstående afkastør med påmonterede vindhætter er iøjnefaldende, men har ikke givet anledning til klager.

Se detailmateriale vedr. eksemplet i bilag F10.

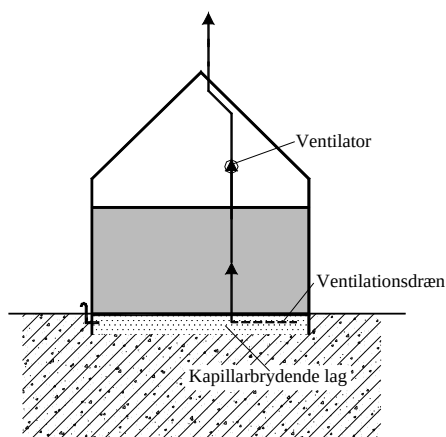
Fotos. Ejendommen, anlægsarbejde (installation af dræn), afkastør, vindhætter.

Tegningsmateriale. Situationsplanen med angivelse af oprindelig placering for dræn, samt en skitsering af evt. planlagte tiltag, fase 2.

Ventilation af kapillarbrydende lag (aktiv med luftindtag)

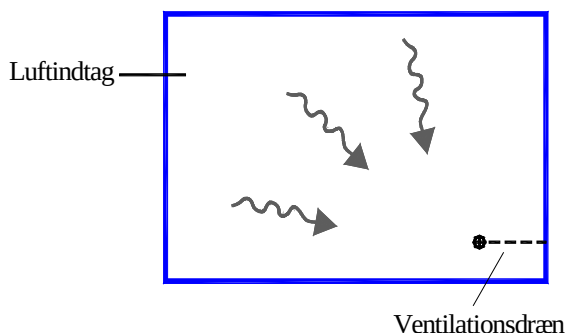
Funktion: Ved ventilation af det kapillarbrydende lag (højpermeabelt lag) under gulvet bortledes forurenet luft, således at indeklimapåvirkningen minimeres. De bedste strømningsforhold opnås under en tæt gulvoverflade (betongulv). Strømningsretning og influenszoner for den ventilerede luft styres ved at kombinere "sug" med "luftindtag". Der etableres kunstig lækage (luftindtag) i flere punkter under gulvet med forbindelse til udvendigt terræn. Uden luftindtag vil lufttilførslen ske gennem tilfældige revner i fundamentet, revner og utætheder i gulvkonstruktionen og/eller lækage mod udvendigt terræn via ventilationsdræne. Antal ventilationsdræn (sug) svarer omtrent til antal luftindtag. Ved aktiv ventilation anvendes eldrevne ventilatorer. Metoden er relativt uafhængig af de geologiske forhold, når blot der i gulvopbygningen indgår et højpermeabelt lag (kapillarbrydende lag). Der sker ingen direkte oprensning ved metoden. Foranstaltningen vil derfor være permanent. Metoden med aktiv ventilation af det kapillarbrydende lag er velafprøvet.

Anlægsbeskrivelse: Ventilationsdræne placeres umiddelbart under gulv, midt i det kapillarbrydende lag. Ventilationsrør ved terræn (mellem ventilationsdræn og aftræksrør) placeres enten over- /eller underjordisk. De enkelte ventilationsrør/ ventilationsdræn (eller udvalgte) påmonteres reguleringsventiler, således at "sug" fra de enkelte dræn kan reguleres indbyrdes. Alternativt foretages montage uden reguleringsmulighed. Afkastør (lodret) føres indvendigt eller udvendigt i bygningen. Ved indvendig rørføring udnyttes termisk opdrift (varm luft stiger opad) som supplerende drivkraft. Indvendig rørføring placeres, så evt. støjgener i røret minimeres. Ved udvendig rørføring kan røret evt. udføres i en mørk farve og placeres i solsiden for igen at udnytte termisk opdrift som supplerende drivkraft. Der anvendes typisk eldrevne ventilatorer med en effekt på 0,1-0,2 kW (5-20 m³/h). Viser det sig, at forholdene er gunstige for en lavere ventilationsgrad, udskiftes motorventilatoren



Figur 1: Principskitse for den samlede installation

relativt nemt/billigt med eksempelvis en vinddreven ventilator. Den eldrevne ventilator placeres, således at evt. støjgener minimeres, (længst væk fra soverum og lign.) og således, at der ikke opstår unødigt vibration i nærtliggende konstruktioner (vandør og lign.). Ved indvendig montage placeres ventilatoren et sted, hvor støjfølsomheden er mindst mulig, eksempelvis i en baggang, et skunkrum eller lignende. Ved montage af ventilator i loftsrum eller lign. er det vigtigt, at montagen sker med diffusionstætte samlinger, og at den valgte ventilator er tæt. Modsat kan der ske en opkoncentrering af forureningsdampe i loftsrummet og evt. efterfølgende forureningsspredning til de beboede lokaler. Alternativt til indvendig montage kan foretages en udvendig montage, hvor ventilatorerne indbygges i en over- eller underjordisk boks, lyskasse eller lign. (mål ca. 0,8x0,8x0,8 m), der med fordel lyddæmpes. Den udvendige boks kan placeres på terræn op ad bygningen i en carport el. lignende. Anlægget indeholder typisk vakuumpumpe og evt. simpel styring (on/off og evt. timerstyring), omdrejningsregulering (for regulering af flow) og kondensudskiller. Med fordel monteres lyddæmpning på henholdsvis tilgangs- og afgangsrør fra ventilatoren. Ventilatorerne er meget driftssikre og har stor robusthed. Evt. kondensvand bortledes manuelt urensset til offentlig kloak (ved permanente anlæg kan overvejes at etablere en underjordisk rørføring fra anlægget til afvandingspunktet). Anlægget kan drives ved pulserende eller kontinuert drift. Der kan pulseres på timebasis, anlægget kan stoppes om natten, eller der kan indbygges ventilationspauser af måneders varighed. Driftsstrategien afhænger af de aktuelle forhold. Placering af afkast skal nøje overvejes under hensyntagen til eksempelvis tagvinduer, hvor der kan ske indsugning af urensset aftræksluft. I det enkelte tilfælde skal overvejes, om rensning af afkastluft er nødvendig (ved kulfiltrering). I givet fald er det pga. modtryk i kulfilteret ofte ikke muligt efterfølgende at foretage ombygning til en vinddreven ventilation. Der kan forventes en samlet levetid på ca. 10 år.



Figur 2: Principskitse for den samlede luftudstrømning under gulv

Effekt: Installationen har effekt umiddelbart efter opstart. Der bortventileres i størrelsesordenen 5-20 m³/h, svarende til 500-5.000 luftudskiftninger under gulvet pr. år. (Ved en gennemsnitlig koncentration på f.eks. 5 mg PCE/m³ fjernes ca. 500 g PCE/år). Der kan opnås reduktioner i indeklimapåvirkningen på op til 99 %.

Miljøprofil: *Negativ effekt.* Et årligt elforbrug på ca. 2000 kWh (ved el-energi derved et ressourceforbrug af kul og udledning af forbrændingsgasser). Mindre risiko for støjgener i ventilatoren og rørsystemet. Arbejdsmiljømæssige gener kan forekomme, såfremt der skal foretages håndtering af brugt kul (kulfilter). Såfremt støjdæmpning undlades, må der påregnes et støjniveau fra ventilationsanlægget på omkring 30-40 dB(A). Pladskrav for anlægget (indvendig og udvendig montage) er ca. 1 m². Ud-/indvendig rørføring kan virke arkitektonisk skæmmende. I sjældne tilfælde kan observeres en svag støj op gennem gulvet fra filtre placeret i det kapillarbrydende lag under gulvet. Ved ventileringen i det kapillarbrydende lag indsuges i kolde perioder kold luft under gulvet, hvilket i visse tilfælde kan give anledning til en nedkøling af gulvet og derved evt. fodkulde. Foranstaltningen er varig. *Positiv effekt.* Indeklima forbedres, og virkningen er hurtig.

Etablering: Ventilationsanlægget leveres enten færdigt på pladsen eller monteres direkte (indvendig montage) på pladsen. Ventilationsdræn indbores ved håndboring. Fundamentet frigraves (mål ca. ½x1m) og indtil 20 cm under indboringsdybden. De pneumatiske forhold testes i hvert enkelt dræn. Dræn med afvigende ringe ydelse kasseres og erstattes efter behov. Ventilationstest (kontrol af flow, modtryk og koncentration) danner grundlag for valg af ventilator og danner endvidere besluthingsgrundlag for at vurdere, om tilslutning af kulfilter er nødvendig. Udvendig rørføring (lodret) fastgøres og om muligt i sort farve. Overjordisk udvendig rørføring (vandret) udføres i diskret farve og fastgøres eksempelvis med jordspyd. Underjordisk rørføring etableres ved rydning, udgravning, lægning og retablering i lednings-tracéet. Etableringsfasen er kort. Forlænges dog lidt ved indvendig rørføring. Største gene for beboere er frigravning af fundamenter (jordarbejde) ca. 2 dage og evt. arbejde med indvendig rørføring.

Drift: *Indkøring.* Indjustering af ydelser imellem de enkelte dræn udføres ved opstart. Grundlag er ventilations-tests og evt. felt-GC målinger under opstart. *Drift.* Efterfølgende justeringer af anlægget kan evt. udelades. Dog kan optimering i nogle tilfælde medføre en øget effekt. Evt. driftskontrol af forureningsniveauet i afkastluften (kontrol af, om der stadig ventileres som planlagt) udføres halv- eller helårligt ved eksempelvis PID-måling eller evt. ATD-rør i kombination med nedenstående monitoring (primært på baggrund af PID, evt. hver 2.-6. md.). Minimalt særskilt driftsteknisk tilsyn (evt. hver 6. måned) eller blot grundejerkontrol. Ventilatoren er oftest vedligeholdelsesfri.

Monitoring: *Indkøring.* Programmet kan minimeres til en indledende dokumentation og begrænset efterfølgende kontrol og tilpasning. Eksempelvis dokumentation ved indeklimamålinger eller poreluftmåling under gulv. Til fastlæggelse af forureningsniveauet i den ekstrahe-rede luft kan endvidere foretages måling på afkastluften ved passiv opsamling på kulrør eller felt-GC måling. Typisk efter 1 og 3 måneder. *Drift.* Derefter halvårlig/årlig måling på samlet afkastluft (indhold af chl.), alternativt ved måling under gulv eller udeluftmåling.

Økonomi: *Anlæg.* 100-300.000 kr. Overjordisk rørføring (vandret mellem dræn og afkastrør) vil udgøre en væsentlig besparelse. Indvendig rørføring kan fordyre projektet. Overjordisk rørføring (mellem udsugningspunkter og ventilator) udgør en væsentlig besparelse. Projektet fordyres væsentligt med antallet af ventilationsdræn, da der derved bliver behov for øget rørføring, sammenløb mv. Endvidere skal der påregnes øgede udgifter på kr. 20-30.000 ekskl. moms til rydning og retablering for underjordisk rørføring og lydisoleret boks for ventilator. Selve ventilationsanlægget (ventilator og regulator) genanvendes nemt til afværge på andre lokaliteter. Anvendelse af erfaren entreprenør anbefales. *Monitoring (1. år).* 15.000 kr., inkl. indkøring. *Drift.* 2.000 kr. (ekskl. kulsiftte).

Særlige opmærksomhedspunkter: En forudgående byggeteknisk gennemgang er vigtig. Ved denne gennemgang skal det bekræftes, at der er et højpermeabelt lag under gulvet (kapillarbrydende lag) med en minimumstykkelse på 10 cm. Materiale fra finkornet sand og opefter i kornstørrelse. Det "kapillarbrydende lag" under ældre huse er af meget varierende karakter (fra ler til murbrækker). Placering af evt. tværgående fundamenter klarlægges for en vurdering af mulige strømningsmønstre ved forskellige scenarier for placering af ventilationsdræne. Tværgående fundamenter under bygningen lokaliseres, da disse kan hindre den ønskede strømning. De pneumatiske forhold, influensradier osv. skal derfor her overvejes nøje inden endeligt metodevalg og design. Geologiske forhold for de øvre jordlag, vandspejlsniveau og -variationer er ligeledes betydende parametre for en vurdering af ventileringsmuligheder, strømningsmønstre, flowforhold, driftsstrategi mv. Endvidere skal det bemærkes, at ved en kraftig ventilation under trægulve kan utilstrækkeligt luftindtag (kunstig lækage) bevirke, at der sker en strømning af inde-luft fra den ovenliggende bolig ned gennem revner og sprækker i gulvet. Kondensering af varm luft under gulvet kan efterfølgende forårsage råd i konstruktionen. Over trægulve kan det bl.a. derfor i visse situationer være relevant at udlægge en diffusionstæt membran (eks. RAC membran) for derved at sikre et ensartet undertryk i den ventilerede zone under gulvet. Udlægning af membran fordyrer anlægsudgifterne væsentligt og giver betydelige gener for beboerne i anlægsfasen. Risikoen ved at undlade membran vurderes oftest at være minimal.

Sammenfattende vurdering: Metoden er særdeles velegnet, når der ønskes gennemført afværgen mod indeklimapåvirkninger. God effekt i højpermeable zoner. Ved vindventilatorer dog varierende effekt. Det skal bemærkes, at der ikke sker nogen oprensning, og at foranstaltningen derfor er permanent, med varige gener og tilsyn. Foranstaltningen er en relativt billig og hurtig løsning med stor fleksibilitet. Anlægget har samtidig en stor driftssikkerhed. Metodens egnethed og effekt på den specifikke lokalitet kan på forhånd fastlægges med stor sikkerhed. Forudgående kalkulationer vedr. fjernelsesrater vil dog være behæftet med relativt stor usikkerhed. Dette er dog ikke afgørende for valg af metode. Alternativer til metoden kan være "Ventilation af kapillarbrydende lag (passiv)", jf. /DB-10,

Detailmateriale se bilag F11.

Se endvidere eksempeldatablad DB11.1 for tekniske detaljer.

Ventilation af kapillarbrydende lag (aktiv med luftindtag)

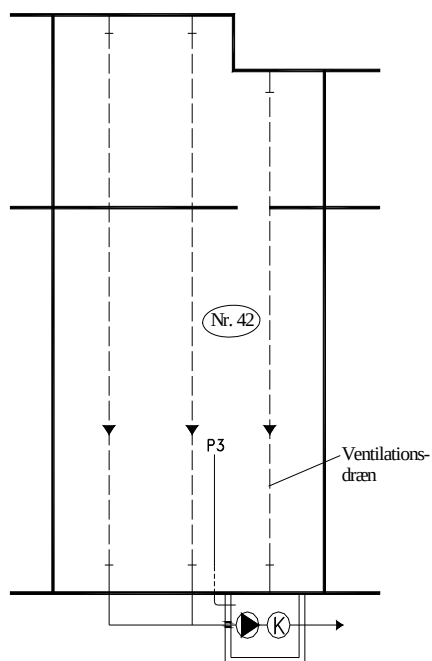
Nygårdsvej 42B, Esbjerg, Ribe Amt

Forureningsscenarium: Bygningen er beliggende i nærheden af et tidligere renseri. Det tidligere renseri er nedrevet, og der er opført rækkehuse i området. Bygningen er beliggende ca. 6 meter fra de oprindelige renseribygninger. Der er påvist en kraftig forurening med chlorede opløsningsmidler, primært PCE, jf. nedenstående figur 2 og tabel 1. Påvirkningen i bygningen vurderes alene at stamme fra bidrag under bygningen. Jordbundsforholdene består primært af sand. Vandspejlet står ca. 12 m u.t.

Formål: Permanent foranstaltning, der har til formål at nedbringe indeklimapåvirkning til et niveau under Miljøstyrelsens afdampningskriterium.

Bygning: Ejendommen er en del af et nyere lejligheds-kompleks (boliganvendelse) fra 1987 og er opført i to plan. Grundplan ca. 90 m². Ejendommen er i god stand. Der er betongulve med kapillarbrydende lag (25 cm leca) under hele bygningen.

Afværge: Aktiv ventilation af kapillarbrydende lag under gulv. Der "suges" fra 3 ventilationsdræn (dimension $\varnothing 50$ mm, slidset PEH-rør), beliggende horisontalt under bygningen. Installation ved styret underboring. Dræne er fremført enkeltvis til underjordisk teknikkasse ved bygningen. I teknikkassen er monteret ventilator (230V, 0,09 kW), kulfilter (60 l), reguleringsventiler og vandudskiller (60 l). Gennem kulfilteret renses afkastluften, inden den via et galvaniseret stålrør føres til udledning ca. 5 m o.t. (nær tagrende). I et kælderrum er monteret en kontrollampe, der lyser ved driftsstop.



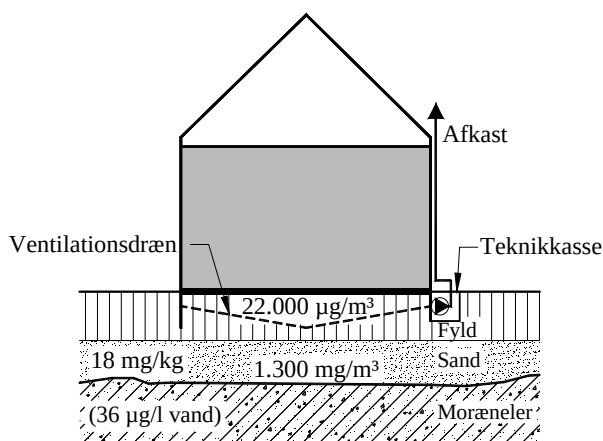
Figur 1: Situationsplan

Der er mulighed for at tilslutte luftindtag, mens der ventileres. Luftindtag etableres ved at frakoble "sug" i et eller flere dræn, så det/de frakoblede dræn har direkte kontakt til "fri luft". Denne mulighed er dog i driftsfasen ikke taget i brug.

Der ventileres med et konstant flow på ca. 5 m³/h ved ca. -100 mbar. Der er bortgravet ca. 13 m³ jord i forbindelse med etablering af teknikkassen. Støjniveau ca. 40 dB(A).

Dokumentation: *Primær dokumentation.* Korttidsporeluftmåling under gulv (dels 0,5 m under gulv i en poreluftslange, der indføres langs med et af dræne, og dels i et traditionelt målepunkt gennem gulvet, MP). Målingerne under gulv har til formål at dokumentere afværgens effekt i porevolumenet under gulvet. Værdier omregnes efterfølgende til et teoretisk indhold i indeklimaet. *Ørig dokumentation* Korttidsflowmåling i hvert dræn. Målingen har til formål at kontrollere, at flowet er vedvarende og ensartet over tid, og at der derved opretholdes en ensartet ventilering under gulvet.

Effekt: Der er opnået en reduktion i PCE-indholdet under gulvet på 99 %. Det skal dog bemærkes, at vurderingerne alene er baseret på indirekte data (se tabel 1), da "før data" er udført ved traditionel måling under gulv, og "efter data" er udført ved måling på afkastluften fra ventilationsdræne. På baggrund af teoretiske beregninger (ingen indeklimamålinger) forventes der at være opnået en reduktion i indholdet af PCE under gulvene, således at afdampningen til boligen under drift nedbringes til et niveau under Miljøstyrelsens fastsatte afdampningskriterium. Effekten er som forventet. Ved flowmåling konstateres i de enkelte dræn et flow på 0,9 – 2,1 m³/h, svarende til et samlet flow på ca. 4,5 m³/h og en luftudskiftning på ca. 1 gang pr. døgn og ca. 450 gange pr. år.



Figur 2: Forureningsscenario

	Før ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Under drift ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Reduktion (%) (gennemsnit i fht. før/efter)
		Påviste indhold	Gennemsnit (2 runder)	
P3 (MP)	520.000	22.000 ¹⁾		
Afkast ³⁾ (AK)		1.6 1.0 ³⁾ 2.300 ¹⁾	1.3 ²⁾	99

¹⁾ Forhøjet indhold pga. driftsstop

²⁾ Resultater fra målerunder med driftsstop er ikke medregnet i det gennemsnitlige indhold "under drift"

³⁾ Før kulfilter

Alle målinger er baseret på en driftssituation, hvor luftindtaget ikke har været taget i anvendelse

Tabel I PCE under gulv

Tilsyn og monitoring: Udført. Dokumentation ved MP udført efter 3, 6, 15 og 27 måneders drift. Ingen driftsjusteringer efter indkøring. *Fremtidig.* Løbende kontrol af, om pumpen kører (ingen fjernovervågning). Halvårligt tilsyn med anlægget, herunder foretages bl.a. prøvetagning (AP) og justering af ventilerne mellem de enkelte dræn (dog kun hvis der viser sig at være en stor variation i forureningskoncentration imellem de enkelte dræn). Efter første års drift er tilsynsfrekvensen nedsat fra kvartalsvis til halvårlig.

Tid: Før indsats. Anlægget er etableret 1 år, efter at det blev vurderet, at afværge ville være nødvendigt. *Anlægsperiode.* 3 måneder. *Driftsperiode.* Opstart december 1999, fortsat i drift (juni 2002).

Økonomi: Etablering. 188.000 kr. ekskl. moms., 1. års monitoring. 2.000 kr. Drift. 2.000 kr./år

Samlet vurdering: Anlægget har kørt problemfrit, bortset fra et driftsstop, efter ca. 2 år drift. Hvis anlægget stopper pga. en defekt i pumpen eller lignende, lyser en kontrollampe i husets kælder. Lampen overvåges af Boligselskabets vicevært, der jævnligt kommer forbi. Et driftstop i august - november 2001 blev imidlertid overset pga. en fejl i kontrollampen. Driftsstoppet skyldes, at pumpen var brændt sammen. Årsag ukendt. Der er ikke observeret kondensvand i systemet i løbet af de første to års drift, og det vurderes derfor heller ikke at blive aktuelt fremover. Under opstart af anlægget har der været klager fra beboerne pga. støjgener, hvorfor et aluminiumsdæksel over teknikken efterfølgende er blevet lysisoleret. Det overvejes at undlade rensning vha. kulfilter, da B-værdien på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, emmissionsgrænsen på 1-5 mg PCE/ Nm^3 , og massestrømgrænse på 25 g PCE/h alle er overholdt ved de gennemførte målinger (lave indhold i afkast ved konstant ventilation). Anlægget har haft den forventede effekt. Foranstaltningen har været relativt dyr at etablere, primært pga. at ventilationsdræne er etableret ved styret under boring. Alternativt kunne dræne være etableret som korte ventilationsdræn indboret ved håndboring, hvilket ofte vil være tilstrækkeligt og samtidig væsentligt billigere. Placering af ventilator, kulfilter mv. i loftsrum vil ligeledes ofte være at foretrække. Derved minimeres støjgenerne og de nødvendige støjdæmpende foranstaltninger. Endvidere undgås udgifter til etablering af teknikken, hvorved de samlede udgifter nedbringes markant. Den valgte monitoring vurderes efter første driftsår at kunne nedbringes til maksimalt én gang årligt og samtidig være fuldt tilstrækkeligt for overvågningen af anlægget.

Se detailmateriale vedr. eksemplet i bilag F11.

Fotos. Dæksel til teknikken. Indhold i teknikken, afkastør og afkasthætte, bygningen samt detaljer fra filterinstallationen (styret underboring).

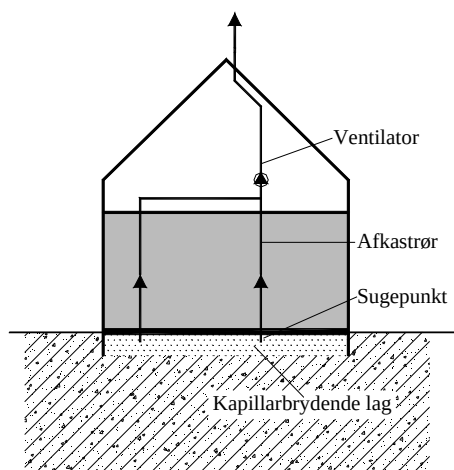
Tegningsmateriale. Situationsplan - bygningsplacering i forhold til renseribygning. Planlægning - placering af dræn og teknikken. Teknikken - detaljer vedrørende indhold og placering. Snittegning - bygning.

Sug i kapillarbrydende lag (aktiv uden luftindtag)

Funktion: Ved at etablere et sug i det kapillarbrydende lag under gulvet etableres et svagt undertryk i det kapillarbrydende lag. Overordnet set går systemet ud på at skabe et lavt tryk under gulvkonstruktionen. Derved bliver trykforskellen over gulvkonstruktionen mindre, hvilket betyder, at mindre forurenede poreluft bliver suget ind i bygningen. Skabes et tryk under gulvkonstruktionen, som er lig med trykket inde i bygningen, er trykforskellen lig nul, og derved suges der ikke forurenede poreluft ind. I praksis kræver det dog, at trykket under gulvkonstruktionen holdes lige under trykket inde i bygningen.

Ensartede strømningsforhold i det ventilerede jordlag er betinget af en ensartet tæthed i terrændækket og en ensartet permeabilitet i det ventilerede lag. Ved metoden anvendes ikke luftindtag som beskrevet ved den sammenlignelige teknik på DB 11. Eventuelle lokale lækager eksempelvis samlinger ved vægge, revner i gulvet, rørgennemføringer mv. kan derfor få betydning for, hvilke influenszoner der opnås. Dette kombineret med en eventuel inhomogenitet i det ventilerede lag, som gør, at der kan være områder med mindre udbredelse af undertrykket. Sugepunkterne kan etableres gennem soklen, men kan også vælges at etableres igennem terrændækket. Det er vigtigt, at der etableres fleksible, lufttætte samlinger ved rørgennemføringer i gulvet eller i soklen ved sugepunktet, da der ellers er stor risiko for, at der sker kortslutning, så ren luft fra boligen eller udeluften alene trækkes ned ved rørgennemføringen. Influensradius bliver derved meget lille. Der etableres et eller flere sugepunkter i det kapillarbrydende lag (ofte 2-4 stk.). De bedste strømningsforhold opnås under en tæt gulvoverflade (betongulv). Ved aktiv ventilation installeres en mekanisk ventilator som drivkraft. Metoden er relativt uafhængig af de geologiske forhold, når blot der i gulvopbygningen indgår et højpermeabelt lag (kapillarbrydende lag). Ved aktivt sug i det kapillarbrydende lag kan metoden dog også anvendes i fx fyldlag eller sandlag. Der sker ingen direkte oprensning ved metoden. Foranstaltningen vil derfor være permanent. Metoden med aktivt sug i det kapillarbrydende lag uden luftindtag er velafprøvet.

Anlægsbeskrivelse: Ventilationssugepunkterne place-

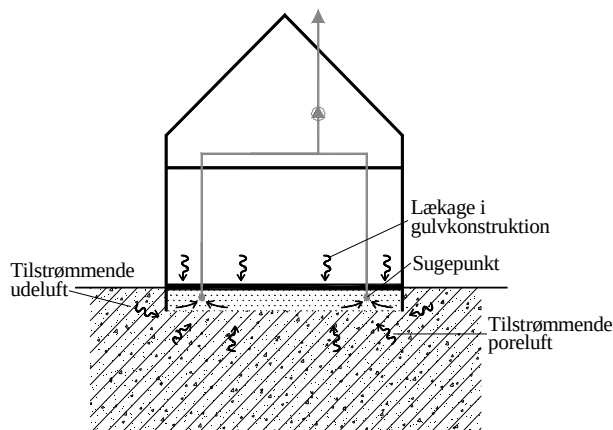


Figur 1: Principskitse for den samlede installation

res umiddelbart under gulv, midt i det kapillarbrydende lag. Fra sugepunktet/punkterne føres afkastør (ca. $\varnothing 63$ mm) enkeltvis eller fælles op gennem bygningen og tilsluttes én fælles ventilator, placeret i bygningens loftsrum, skunkrum eller lignende. De enkelte aftræksrør monteres evt. reguleringsventiler, så "sug" fra de enkelte punkter kan reguleres indbyrdes. Alternativt foretages montage uden reguleringsmulighed. Ved indvendig rørføring udnyttes termisk opdrift (varm luft stiger opad) som supplerende drivkraft. En indvendig rørføring placeres, så evt. støjgener minimeres. Alternativt kan røret føres udvendig og da i en mørk farve, der om muligt placeres i solsiden for igen at udnytte termisk opdrift som supplerende drivkraft. Viser det sig, at forholdene er gunstige for en lavere ventilationsgrad, udskiftes motorventilatoren relativt nemt/billigt med en vinddreven ventilator. Motor- og vinddrevene ventilatorer er meget driftssikre og robuste (for nærmere omtale af vindhætte henvises til DB 11). Den eldrevne ventilator placeres, således at evt. støjgener minimeres, dvs. længst væk fra soverum og lignende, og således at der ikke opstår unødigt vibration i nærliggende konstruktioner (vandør eller lign.). Placering af afkast skal nøje overvejes under hensyntagen til eksempelvis tagvinduer, hvor der kan ske ind sugning af urensset aftræksluft. I det enkelte tilfælde skal overvejes, om rensning af afkastluft er nødvendig (ved kulfiltrering). Der kan forventes en samlet levetid på ca. 10 år.

Effekt: Installationen har effekt stort set umiddelbart efter opstart. Der skal dog påregnes en kortere "indkøringsperiode", således at undertryk kan forplante sig under hele Gulvet. Indkøringsperioden må forventes at have en varighed af minimum en måned, hvorefter en "driftsligevægtstilstand" vil indstille sig. Driftsligevægtstilstanden er den tilstand, hvor der er sket en udbredelse af trykket under boligen. Der kan opnås reduktioner i indeklimapåvirkningen på op til 99 %.

Miljøprofil: *Negativ effekt.* Et årligt elforbrug på ca. 700 kWh (COWI) (ved elenergi, et ressourceforbrug af kul og udledning af forbrændingsgasser). Mindre risiko for støjgener i rørsystemet. Indvendig rørføring kan udgøre en æstetisk gene. I sjældne tilfælde kan observeres en svag støj op gennem gulvet, fra sugepunktet placeret i



Figur 2: Principskitse for den samlede luftstrømning under gulv

det kapillarbrydende lag under gulvet. Ved metoden kan der ske et øget luftskifte i boligen, da luft fra stueetagen trækkes ned under gulvet. Dette vil dog typisk være i bygninger med trægulve. Foranstaltningen er varig. *Positiv effekt.* Indeklima forbedres, og virkningen er hurtig.

Etablering: Sugpunktet etableres ved at fjerne eventuelle belægninger, hvor punktet/punkterne ønskes placeret. Gulvet gennembøres, og "sugerøret" monteres med en tæt og fleksibel samling i rørgennemføringen. Sugpunkterne placeres jævnt fordelt i boligen og under hensyntagen til evt. tværgående fundamenter. De pneumatiske forhold testes evt. i hvert enkelt sugepunkt. Punkter med afvigende og ringe ydelse kasseres og erstattes efter behov. Ventilationstest (kontrol af flow, modtryk og koncentration) danner evt. grundlag for valg af ventilator og danner endvidere beslutningsgrundlag for at vurdere, om tilslutning af kulfilter er nødvendig. Evt. udvendig rørføring udføres om muligt i sort farve. Etableringsfasen er kort (1-2 uger). Forlænges dog lidt ved indvendig rørføring. Største gene for beboerne er gennemboring af gulvet (ca. 2 dage) og evt. arbejde med indvendig rørføring.

Drift: *Indkøring.* Evt. indjustering af ydelser imellem de enkelte sugepunkter udføres ved opstart. Grundlag er ventilationstests og evt. felt-GC målinger under opstart. *Drift.* Efterfølgende, minimal justering (primært på baggrund af PID, evt. hver 2.-6. md.). Minimalt særskilt driftsteknisk tilsyn (evt. hver 6. mdr.). Ventilator oftest vedligeholdelsesfri.

Monitering: *Indkøring.* Moniteringen kan minimeres til en indledende dokumentation og begrænset efterfølgende kontrol og tilpasning. Eksempelvis dokumentation ved indeklimate målinger eller poreluftmåling under gulv. Til fastlæggelse af forureningsniveauet i den ekstraheerede luft kan endvidere foretages måling af afkastluften ved passiv opsamling på kulrør eller felt-GC måling, alternativt ved måling under gulv eller udeluftmåling. Typisk efter 1 og 3 måneder. *Drift.* Derefter halvårlig/årlig måling på samlet afkastluft, alternativt ved måling under gulv eller udeluftmåling.

Økonomi: *Anlæg.* 100-200.000 kr. *Monitering* (1. år). 15.000 kr., inkl. indkøring. *Drift.* 2.000 kr. Varmetab er ikke indregnet, da luftskiftet i boligen sjældent øges til mere end 0,5 gange i timen, hvilket Bygningsreglementet anbefaler for at sikre et godt indeklima (frisk lufttilførsel).

Særlige opmærksomhedspunkter: En forudgående byggeteknisk gennemgang er vigtig. Ved denne gennemgang skal det bekræftes, at der er et højpermeabelt lag under gulvet (kapillarbrydende lag) med en minimumstykkelse på 10 cm. Materiale fra finkornet sand og opefter i kornstørrelse. Dog kan der ved anvendelse af aktivt sug godt suges i lag med en mindre permeabilitet. Det "kapillarbrydende lag" under ældre huse er af meget varierende karakter (fra ler til murbrokker). Placering af evt. tværgående fundamenter klarlægges for en vurdering af mulige strømningsmønstre ved forskellige scenarier for placering af sugepunkterne. Tværgående fundamenter under bygningen lokaliseres, da disse kan hindre den ønskede strømning. De pneumatiske forhold, influensradier osv. skal derfor her overvejes nøje inden endeligt metodevalg og design. Geologiske forhold i de øvre jordlag, vandspejlsniveau og -variationer er ligeledes betydende parametre ved en vurdering af ventileringsmuligheder, strømningsmønstre, flowforhold, driftsstrategi mv. Endvidere skal det bemærkes, at der ved en kraftig ventilation under trægulve vil ske en øget strømning af indeluft fra den ovenliggende bolig ned gennem revner og sprækker i gulvet. Kondensering af varm luft under gulvet kan efterfølgende forårsage råd i konstruktionen. Efter endt "installation af sugepunkter" udføres efter behov ventilationstests på sugepunkterne inden valg af ventileringsenhed og færdig tilslutning. Ved montage af ventilator i loftsrum eller lign. er det vigtigt, at montagen sker med diffusionstætte samlinger, og at den valgte ventilator er tæt. Modsat kan der ske en opkoncentrering af forureningsdampe i loftsrummet og en evt. efterfølgende forureningsspredning til beboede lokaler.

Sammenfattende vurdering: Metoden er velegnet, når der ønskes gennemført afværge mod indeklimapåvirkninger. Relativt god effekt i højpermeable zoner. Det skal bemærkes, at der ikke sker nogen oprensning, og at foranstaltningen derfor er permanent, med varige gener og tilsyn. Foranstaltningen er en relativt billig og hurtig løsning, med stor fleksibilitet. Anlægget har samtidig en stor driftssikkerhed. Metodens egnethed og effekt på den specifikke lokalitet kan på forhånd fastlægges med relativt god sikkerhed. Da der ved metoden ikke installeres "luftindtag" (modsat teknikken beskrevet i DB 11), vil der være relativt større usikkerhed vedrørende influensradier og dermed den opnåelige effekt. Lækageforholdene kan ikke fastlægges på forhånd. Forudgående kalkulationer vedr. fjernelsesrater vil ligeledes være behæftet med relativt stor usikkerhed. Dette er dog ikke afgørende for valg af metode. Det bør bemærkes, at alle erfaringer p.t. er baseret på foranstaltninger etableret over for radonpåvirkninger. Metoden er herhjemme undersøgt i 2 tilfælde, men erfaringerne har en god overensstemmelse med et større udenlandsk datagrundlag. Metoden indledes ofte som en passiv ventilation. Efter behov udvides metoden efterfølgende til aktiv ventilation. Som et alternativ til den beskrevne metode kan anvendes den såkaldte "smalrørs metode". Metoden er et svensk udviklet koncept, der i princippet er enslydende med ovenstående. I praksis anvendes mindre rørtyper (elektrikerrør, 20 mm). Der etableres væsentligt flere "sugepunkter", ca. et i hvert rum, hvor det kapillarbrydende lag nedenunder adskilles af fundamenter for bærende vægge. Alternativer til metoden kan være "Ventilation af kapillarbrydende lag (aktiv med luftindtag)", jf. /DB-11.

Detailmateriale se bilag F12.

Se endvidere eksempeldatablad DB12.1

Ventilation af kapillarbrydende lag (aktiv uden luftindtag)

Hus nr. 4185 – Radon 95 (Risø)

Forureningsscenario: Bygningen er beliggende i et radonpåvirket område. Der er påvist en markant overskridelse af det fastsatte acceptable niveau på 200 Becquerel pr. kubikmeter (Bq/m^3) jf. nedenstående figur 2 og tabel 1. Påvirkningen stammer alene fra radon bidrag under bygningen.

Formål. Permanent foranstaltning, der har til formål at nedbringe indeklimapåvirkning til et niveau under (200 $\text{Bq radon}/\text{m}^3$).

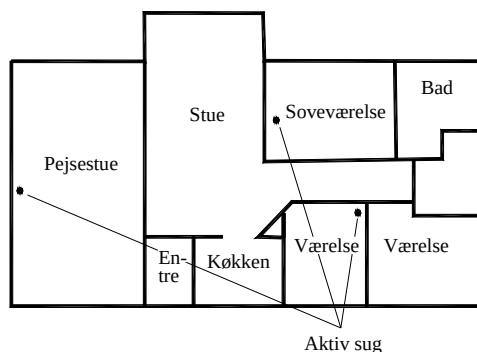
Bygning: Huset er et etplans parcelhus opført i 1970, med en tilbygning opført sidst i 1980'erne. Grundplan ca. 180 m^2 . Ingen kælder. Ejendommen er i almindelig pæn stand. Betongulve med kapillarbrydende lag (grus, skærver). Flere revner i gulvet. I tilbygningen er en konvektorgrav (radiator i gulv) langs facadepartiet.

Afværge: Aktiv ventilation af kapillarbrydende lag (uden luftindtag). 3 sugepunkter med en diameter på $\varnothing$ 110 mm (mindre dimension kan anvendes uden problemer, da tryktabet i installationen er relativt lille, eks. $\varnothing$ 63 mm). Sugepunkterne er installeret ved gennembo-ring af gulvet med diamantskærer og nedpresning af et plastrør i det kapillarbrydende lag. Omkring rørgennemføringen er ikke foretaget tætning, da lækagerisiko-en ikke er vurderet at være betydende ved det aktuelle "sug". Røret er herefter ført synligt i bygningen fra hvert af de tre sugepunkter lodret op til loftetagen. De tre afkastrør samles i loftsrummet og føres i et fællesrør hen til ventilatoren (230 V, 0,07 W). I bryggerset er monteret en kontrolboks indeholdende omdrejningsregulator (regulering af ydelse) og vakuummeter fra kontrol af vakuum. Ventilatorens omdrejning reguleres trinløst. Maks. ydelse er 230 m^3/h (fritløbende) Beregnet ydelse under drift er ca. 150 m^3/h ved 1,2 mbar. Der har ikke været påmonteret kulskifte, da foranstaltningen er iværksat som radonforanstaltning. Kontrolboksen indeholder

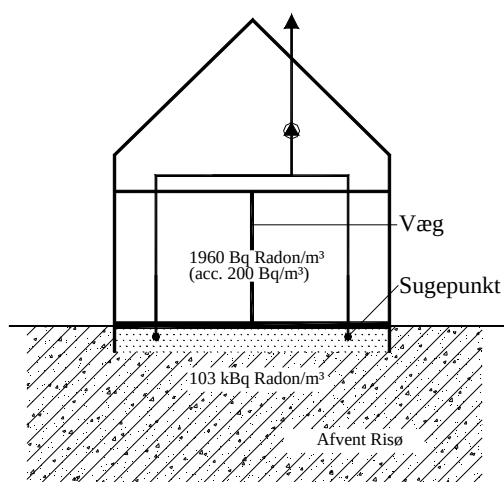
omdrejningsregulator og vakuummeter og er monteret uaf låst i husets bryggers. Der er ingen fjernovervågning eller alarmoverførsel ved driftsstop. Evt. kulfilter vil nedsætte ydelsen markant pga. et væsentligt øget modtryk. Støjniveauet i loftsrummet er ukendt.

Dokumentation: *Primær dokumentation.* Indeklimamålinger (IK-radon) og poreluftmålinger nær bygningen (PL). Indeklimamålingerne anvendes direkte som dokumentation af den opnåede effekt. Måling i poreluft nær bygningen har til formål at dokumentere forureningsniveauet i bygningens nærområde. *Øvrig dokumentation.* Trykmåling og lufthastighedsmåling i aftrækskanal. Trykmåling i poreluftsonder nær bygningen. Lufts-kiftemålinger i bygningen. Lufthastighedsmåling i af-trækskanalen anvendes til beregning det aktuelle flow. Trykmålinger i poreluftsonder anvendes til at vurdere de opnåede influensradier som resultat af den igangsatte ventilation. Lufts-kiftemålinger anvendes som et supplement for vurdering af effekten.

Effekt: Der er i stueplan opnået en reduktion af radon-indhold i indeklimaet på 95 % jf. tabel 1. Den opnåede effekt, målt ved IK, viser en afdampning til indeklima under drift af foranstaltningen på et niveau under det fastsatte acceptkriterium. I aftrækskanalen er påvist et undertryk på 1,2 mbar (flow ca. 150 m^3/h). Der er påvist et undertryk på 0,0003 mbar (3 Pa) i en afstand af ca. ½ meter fra bygningen (poreluftsonde 1 m u.t.), hvilket vurderes at dokumentere en trykkobling (årsags-sammenhængende trykforhold) imellem suget under bygningen og området omkring poreluftsonden. Der påvises under drift et øget luftskifte i bygningen (+20% svarende til ca. +30 m^3/h). Lufts-kiftet (stue og soveværelse) ændres under drift fra ca. 0,34 gange pr. time til ca. 0,46 gange pr. time.



Figur 1: Situationsplan



Figur 2: Forureningsscenario

Position	Før (Bq m ⁻³)	Under drift (Bq m ⁻³)	Reduktion (%) (gennemsnit ifht. Før/efter)
Årsmiddelværdier	990	50	95

Indeklimamåling - logning over 54 dage, anførte værdier er gennemsnitsberegninger over typisk 10 dages intervaller

Detaljerede måleresultater er vedlagt bilag F12.

Tabel I Radon i indeklima

Under drift ses et ændret luftskifte i pejsestuen (tilbygning med 15 år yngre gulv, konvektionsgrav).

I 3 øvrige undersøgte rum påvises et svagt faldende luftskifte. Under drift observeres et stigende indhold af radon i loftsrummet, hvor ventilatoren er placeret, hvilket vurderes at skyldes lækage i samlingerne på pumpens trykside (vibrationsdæmpende gummikobling eller andre samlinger). Alternativt kan det stigende indhold skyldes indtrængning af forurenede afkastluft fra ventilatoren gennem tagkonstruktionen.

Tilsyn og monitoring: Udført. Dokumentation ved IK og PL. IK er udført som kontinuerlige målinger, med en logning over ca. 40 dages drift og 15 dages driftspause (i alt 54 dage). PL er udført som korttidsmålinger over få timer. Ingen driftsjusteringer efter opstart. Endvidere er der foretaget trykmåling, lufthastighedsmåling og luftskiftemålinger. Den omfattende monitoring er alene udført for at opnå et detaljeret datagrundlag for vurdering af effekter i forbindelse med gennemførelse af det udførte projekt "Radon 95". *Fremtidig:* Der udføres ingen kontrol eller opfølgende monitoring.

Tid: *Anlæg.* Etablering, – 1 uge. *Drift.* Opstart maj 1997, fortsat i drift (juni 2002).

Økonomi: *Etablering.* 50.000 kr. ekskl. Moms. *Drift:* 1.000 kr. pr. år ekskl. moms. *Monitoring (1. driftsår):* 2.000 kr. ekskl. moms (2 radonmålinger)

Samlet vurdering: Anlægget har kørt uden driftsstop. Beboerne i ejendommen har udtrykt meget stor tilfredshed med foranstaltningen, der tilsyneladende ud over den målbare effekt i forureningsindholdet også har haft en stor psykologisk effekt, hvor beboerne føler sig meget trygge. Beboerne har ikke påklaget negative effekter som f.eks. støj. Rørføringen fra sugepunkterne til ventilatoren i loftsrummet er udført som synlige rør, hvilket i visse sager må forventes at kunne blive påklaget (visuel gene). Der er observeret stigende radonindhold i loftsrummet, hvilket vurderes at skyldes lækage i installationen. Dette har dog ikke givet anledning til en forureningsspredning til de beboede lokaler i måleperioden. For fremtidige installationer anbefales det dog, at installationen forbedres på dette punkt, da der ellers vil være risiko for en uacceptabel spredning. Endvidere skal afkastet placeres, så fortynding sikres. De stigende indhold kan netop også forklares ved indtrængning af afkastluft til loftsrummet. Ved foranstaltningen er opnået flow på 150 m³/h ved 1,2 mbar, hvilket er et relativt stort flow og et samtidig meget lavt modtryk. Ved "sug" i det kapillarbrydende lag observeres ofte et væsentligt større modtryk. Det lave modtryk kan skyldes særdeles god permeabilitet i det ventilerede lag. Det kan dog evt. også skyldes, at der er opstået uhen-sigtsmæssig lækage ved ventileringen. Da permeabiliteten kan variere meget fra hus til hus, anbefales det altid at udføre en god tætning omkring "sugepunkterne" i gulvet, hvilket er undladt i dette tilfælde. Det skal dog bemærkes, at på trods af en evt. lækage er der i måleperioden påvist en god reduktionsevne. Foranstaltningen er generelt hurtig og billig at etablere.

Se detailmateriale vedr. eksemplet i bilag F12.

Fotos. Ventilator monteret i loftsrummet, kontrolboksen i bryggerset.

Figur. Uddybende datadokumentation (radonkoncentrationen målt ved logning over 54 dage i 3 rum i bygningen)

Tætning og udluftning af kloakkerne

Funktion: Ved at etablere en forbedret tætning og udluftning af både selve kloaksystemet og af alle vandlåse mv. i bygningen kan en evt. forureningsspredning igennem kloaksystemet reduceres. Tætningen minimerer den diffusive og konvektive indtrængning ind i kloaksystemet og videre ind i boligen. Udluftningen medfører en fortynding af luften i kloaksystemet samt mindre risiko for vakuum og derved vandlås uden vand og mindre risiko for overtryk, som kan presse luft igennem bl.a. utætheder i vandlåsen. Man skal dog være opmærksom på, at der fortsat sker en forureningsindtrængning gennem bygningens terrændæk (øvrige gulve), selvom der foretages en tætning og udluftning af kloaksystemet. Tætning og udluftning af kloakkerne anvendes typisk i de tilfælde, hvor kloakken løber igennem hot spot eller en kraftig forurening. Indtrængningen kan både ske igennem ødelagte kloakledninger og ved diffusion igennem det materiale, som kloakken er lavet i. Løsningen kan også anvendes, hvis der er indtrængning af forurenede grundvand i kloaksystemet. Metoden kan anvendes både i de tilfælde, hvor kloaksystemet vurderes at være den primære spredningsvej og i de tilfælde, hvor det vurderes, at kloakkerne ikke udgør den primære spredningsvej. Metoden kan anvendes alene eller i kombination med eksempelvis udskiftning af gulve, ventilation, luftrensning eller lign. Metoden kan anvendes som en permanent særskilt afværge over for ejendomme, der er påvirket i mindre til moderat grad og uden udeluftspåvirkning. Ved metoden foregår ingen kildefjernelse.

Anlægsbeskrivelse: I forbindelse med tætning og udluftning af kloaksystemet er der flere løsninger, der kan anvendes. Metoderne er opdelt i tætning af selve kloaksystemet i jorden og tætning og udluftning af kloakkerne i bygningen.

Tætning af kloakledninger i jorden: Hvis den eksisterende kloakledning i jorden er defekt med enten utætte samlinger eller forskydninger, og/eller hvis den løber igennem et forurenede område, kan der trænge både forurenede poreluft og evt. forurenede grundvand ind i kloakledningen. Indtrængningen af poreluft kan både ske konvektivt og diffusivt. Når poreluften eller grundvandet er trængt ind i kloakledningen, kan den forurenede luft trænge videre i systemet og ind i bygningen. For at mindske indtrængningen ind i selve kloaksystemet kan der foretages en udskiftning af kloakledningerne i jorden. Nye kloakledninger bør udføres i PVC med lufttætte samlinger. Ved kloakledninger, der passerer områder med en markant forurening, kan der anvendes særlige diffusionshæmmende rør. Rørene er opbygget af PE trykrør med en særlig aluminiumsbeskyttelse og dernæst en PE kappe. Rørene skal svejses sammen. Hvis man i forbindelse med udskiftningen af kloakledninger støder på en væsentlig jordforurening, bør denne bortgraves. Hvis det ikke ønskes at udskifte kloakledningerne, kan det vælges at foretage en strømpeføring af kloakledningen.

Tætning af vandlås: Hvis der sker en forureningsindtrængning i kloaksystemet, kan der ske en spredning ind i bygningen igennem utætte, tomme og defekte vandlås. Endvidere kan der ske en diffusion af forurening igennem vandet i vandlåsen, hvis der er tale om et afløb, der sjældent anvendes. For at mindske denne risiko er det vigtigt, hvis der er forureningsdampe i kloaksystemet, at det sikres, at vandlåsene yder den rette tilbageholdelse. Man skal være opmærksom på, at hvis vandlukket ikke opretholdes, vil der ske en øget tilførsel af luft fra kloakken. Vandlukket kan tømmes enten ved udtørring (sjældent anvendelse) eller ved en selvudsugning eller ved induktiv udsugning. Selvudsugning er, når vandlåsen med hævertvirkning tømmer sig selv. Selvudsugning forekommer kun, hvis afgangsdimensionen er mindre end 70 mm. Vandlås med større afgangsdimension end tilgangsdimension giver sjældent problemer med selvudsugning. Induktiv udsugning af vandlåsen opstår, når utilstrækkelig lufttilførsel til afløbsledningerne giver anledning til så store undertryk i systemet, at vandlåsens vandlukke forsvinder. For at undgå den induktiv udsugning skal trykvariationerne i ledningen holdes inden for ± 400 Pa. Hvis det skal sikres, at der ikke kommer undertryk i ledningen, kan der etableres en vakuumventil. Vakuumventilen åbner for lufttilførsel til kloaksystemet, hvis der er undertryk i systemet. Vakuumventilen lukker dog kun luft ind, og derfor kan der i visse tilfælde, hvis der ikke samtidig er en korrekt udluftning, opstå et overtryk i kloaksystemet. Overtrykket etableres, når der opstår en gasudvikling i systemet. Udluftningen af kloakken skal ske til fri luft og altid på den faldstamme, der er tættest på bygningen. Ved udluftning af kloakledningen kan overtrykket udlignes. Hvis der ikke sker en udligning af overtrykket, er der større risiko for, at der presses forurenede luft fra kloakken ind i indeklimaet. Ud over sikring af, at vandlukket ikke tømmes, skal det sikres, at vandlåsene er tætte. Hvis dette ikke er muligt at konstatere ved eksempelvis aflejring af kalk på ydersiden af vandlåsen, kan man udføre sporgasmålinger i kloaksystemet.

Sporgasmålingerne udføres ved at udlede en fermier sporgas med 5% H₂ og 95% N₂ i kloaksystemet, evt. ved stikledningen til boligen eller ved faldstammen. Imens foretages der måling med en gasdetektor langs alle kloakledninger, vandlås og samlinger for at vurdere spredningen igennem kloakledningerne. (Miljøstyrelsen, 2010c).

Hvis vandlås eller samlinger er utætte, skal disse udskiftes. Det kan vælges at etablere en vandlås med et større vanvolumen for at hæmme en evt. diffusion igennem vandet. Der kan også som ekstra sikring for den almindelige vandlås etableres en såkaldt lugtlås. Lugtlåsen benytter en specialdesignet membran, som åbner, når der kommer vand, og lukker igen, når vandet har passeret. Lugtlåsen lukker af for overtryk i installationen.

Effekt: Afværger vil have effekt umiddelbart efter, at anlægsarbejdet er afsluttet. Omfanget af spredningen

DB-13

samt vurderingen af, hvor stor påvirkningen på indeklimaet er, kan være svær. Metoden er derfor behæftet med nogen usikkerhed. Der kan ikke påregnes 100 % tætning. Ved erfaringer med projekter med udskiftning af det eksisterende kloaksystem og tætning af vandlåse er der sket en reduktion på 95% lige over vandlåsen. Effekten på indeklimaet i beboelsen er svær at vurdere, da tiltaget ofte udføres sammen med andre tiltag i boligen.

Miljøprofil: *Negativ effekt.* Foranstaltningen vil indebære, at beboerne udsættes for støjgener i anlægsfasen. Særligt i forbindelse med udskiftning af kloaksystemet i jorden vil der forekomme gravearbejde mv. Udskiftning af vandlåse og tætning af kloakledninger i bygningen vurderes at give anledning til støj og gener i form af, at afløbssystemet ikke vil kunne anvendes (dog max. 1-2 dage indendørs) *Positiv effekt.* Indeklimapåvirkningen med forureningskomponenter reduceres. Endvidere vil lugtgener "kloaklugt" forsvinde, da der etableres et nyt lufttæt system. Ved udskiftning af kloaksystemet i jorden vil risikoen for rotter minimeres.

Etablering: Arbejdet udføres af en kloakmester og en VVS installatør el. lign.

Drift: Der er ingen driftsteknisk tilsyn eller vedligeholdelse ved metoden.

Monitering: Monitoringsprogrammet kan minimeres til en indledende dokumentation og en begrænset efterfølgende kontrol og evt. projektilpasning.

Indkøring. Der er ingen indkøring af foranstaltningen.

Drift. Indeklimamålinger samt målinger over vandlåse og i selve kloaksystemet før opstart af afværgen og under drift (eksempelvis efter 1 og 6 mdr.) Moniteringen udføres hurtigst muligt med henblik på at vurdere, om foranstaltningen har haft den ønskede effekt, eller om

tiltaget evt. skal suppleres med yderligere indgreb.

Kommentar. Indeklimamålinger (før og under drift) skal tilstræbes udført i en periode med begrænset udluftning (gerne efterår/vinter). I modsat fald kan effekten af almindelig udluftning vanskeliggøre tolkningen af dokumentationsmålingerne.

Økonomi: Prisniveauet er afhængigt af, hvor stor en renovering af kloaksystemet der skal foretages. Det vurderes, at udskiftning af vandlåsene i bygningen (op til 5 stk. kan udføres for ca. 5.000 kr. Hvis hele kloaksystemet i jorden skal udskiftes, vurderes der at måtte påregnes op til 10-50.000 kr. Hvis der derudover ønskes at anvende særlige diffusionshæmmende rør, må der påregnes op til 15-75.000 kr. Afhængig af omfanget af renoveringsarbejdet. *Drift.* Ingen udgifter. *Monitering.* 1. år: (efter 1 og 6 måneder): 15.000 kr.

Særlige opmærksomhedspunkter: En forudgående bestemmelse af forureningskilden/ spredningsvejene er væsentlig, da effekten af afværgen er betinget af, at indeklimapåvirkningen primært stammer fra kloaksystemet. Ved den byggetekniske gennemgang er det endvidere vigtigt, at der ved en besigtigelse af kælderen foretages en byggeteknisk tilstandsvurdering af kloaksystemet og herved en vurdering af omfanget for de nødvendige forberedende arbejder. Endvidere bør der foretages en Tv-inspektion af det udvendige kloaksystem for at lokalisere evt. utætheder, forskydninger mv. Det bør vurderes, om der er en korrekt udluftning af systemet, og om der er under- eller overtryk. Ved etablering af nye kloakledninger i jorden bør det vurderes, om man kan ændre forløbet, således at kloakken ikke løber igennem evt. hotspot.

Sammenfattende vurdering: Metoden er velegnet til afværge over for moderate indeklimapåvirkninger. Afværgen er ikke afhængig af geologiske forhold, men derimod afhængig af eksisterende og fremtidige bygningstekniske forhold (fysiske forhold af kloaksystemet). Metodens effekt er afhængig af, hvor omfattende indtrængning der sker i kloaksystemet, og hvor store utætheder der er ved vandlåse mv. En forudgående fastlæggelse af spredningsvejene i bygningen vil imidlertid oftest være behæftet med nogen usikkerhed. Fejlbehæftede vurderinger omkring spredningsvejene i bygningen kan derfor bevirke en ringe resulterende afværgeeffekt. Spredning ind gennem bygningens gulve kan ligeledes være betydelig, og afværgen kan som oftest ikke stå alene. Foranstaltningen er forholdsvis billig og relativt hurtig at etablere.

Detailmateriale se bilag F13.

Se endvidere eksempeldatablad DB5.1(ventilation af kælderetage), DB10.1, DB10.2, DB11.1, DB12.1 (ventilation/sug af kapillarbrydende lag aktiv/passiv, med /uden luftindtag).

Bilag F

Detailmateriale (for de enkelte teknikker og cases)

Afværgeprincip	Teknik		Datablad (teknik)	Datablad (case)	Projekt titler		Bilag	Side
	Nr.	Betegnelse						
Tætning af gulve	1	Membran på kælderloft	DB 1	Ingen			F1	2
	2	Membran på gulv	DB 2	Ingen			F2	18
	3	Maling af kælder	DB 3	Ingen			F3	26
	4	Udskiftning af kældergulve	DB 4	DB 4.1	Gåskærgade 23	SA	F4	30
Rumventilation	5	Ventilation af kælderetage	DB 5	DB 5.1	Lindevej 29	FA	F5	33
	6	Ventilation af stueetage	DB 6	Ingen			F6	59
Luftrensning	7	Luftrensning	DB 7	DB 7.1	Grønnegade 39	FA	F7	118
				DB 7.2	Lykkeshåbs Allé 4	FA		
Moderat ventilation af gulvkonstruktion	8	Ventilation af krybekælder (aktiv)	DB 8	DB 8.1	Margårdsvej 26	FA	F8	136
				DB 8.2	Nørregade 88	RA		
	9	Ventilation af krybekælder (passiv)	DB 9	Ingen			F9	155
	10	Ventilation af kapillarbrydende lag (passiv, med luftindtag)	DB 10	DB 10.1	Ridepladsen 3	SA	F10	159
				DB 10.2	Vestergade 62	SA	F10	
Kloakker	11	Ventilation af kapillarbrydende lag (aktiv, med luftindtag)	DB 11	DB 11.1	Nygårdsvej 42B	RA	F11	170
	12	Sug i kapillarbrydende lag (aktiv, uden luftindtag)	DB 12	DB 12.1	Hus nr. 4185	Risø	F12	180
	13	Tætning af kloakker	DB 13	Ingen			F13	183

Bilag Fl:

Membran kælderloft

Vedlagte produktblade mv. er blot eksempler på materialer/komponenter der kan anvendes

Bilag F1

Membran på kælderloft

Fyns Amt/Miljøstyrelsen – Projekt Tidlig indsats



Membran monteret under tæppe i eksisterende bolig

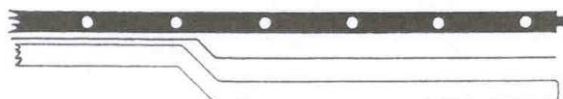
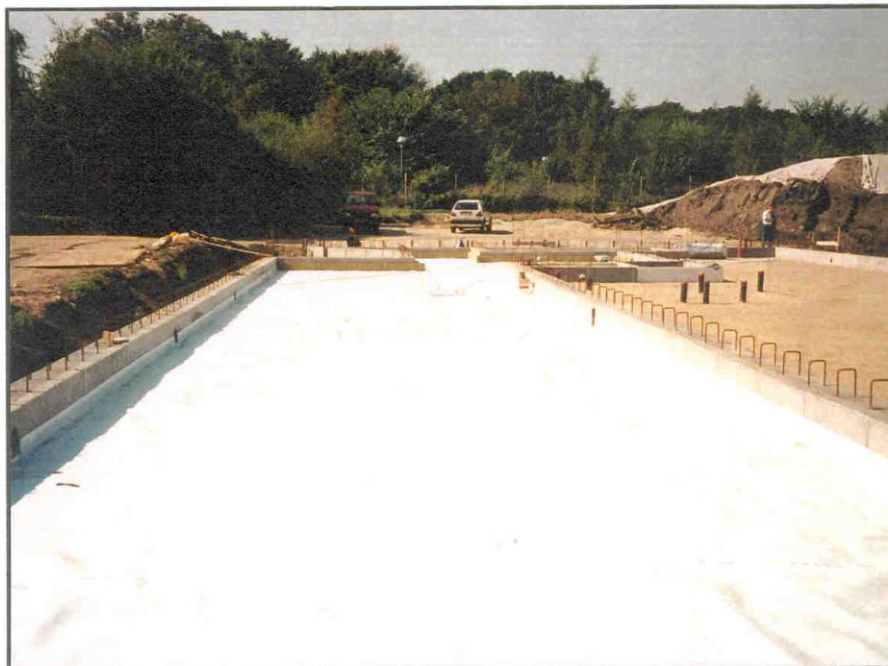


Overdækning af spredningsvej ml. fundament og terrændæk (radontætning)



Membranen udlagt på terrændæk (med påsejsede membrankraver)

Specielt udviklet til anvendelse ved byggeri på jord, forurenet med kulbrinter og andre flygtige kritiske kemikalier. Den er resistent overfor de fleste forekommende kemikalier.



0,4 mm. armeret geomembran
12 mikron aluminiumsfolie
0,4 mm. polyethylene film

Afprøvet på Teknologisk Institut
for følgende:

Methandiffusion.
Diffusion af opløsningsmidlerne:
Toluen, Xylen, Acetone, Ethanol,
Chloroform, Trichlorethylen og
Benzen.

VAREDATA:

Råvare	:	LD Polyethylene Alufolie
Tykkelse	:	0.81 mm.
Farve	:	Grå
Bredde	:	2,00 meter
Rullelængde:		25,00 meter

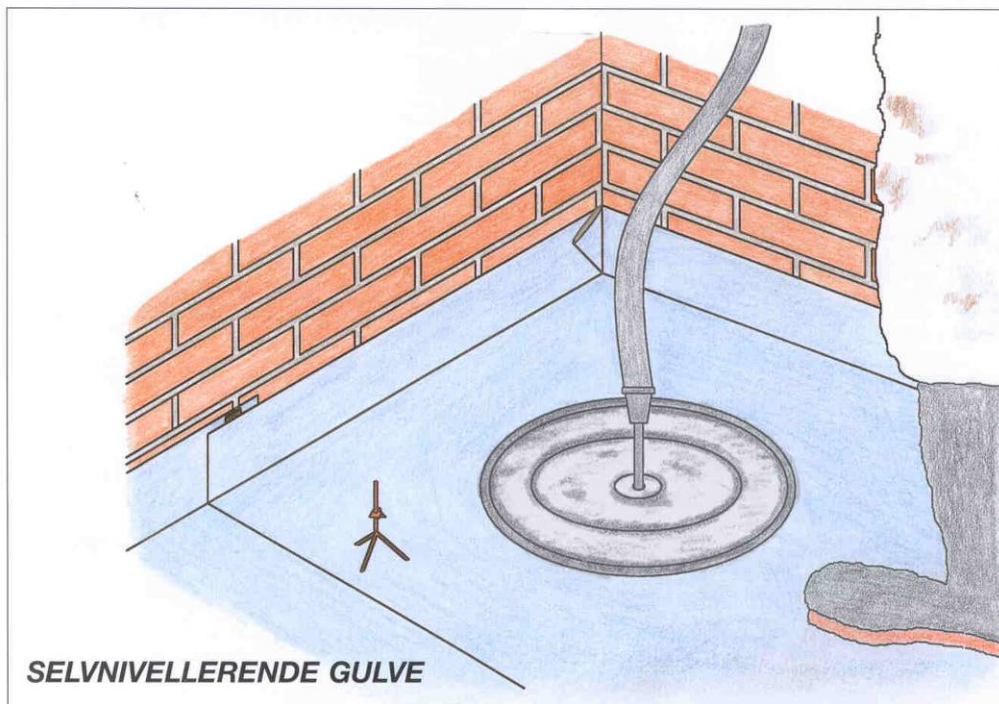
Konsulenttjeneste og
service-telf.: 44 94 35 55

Monarflex®

Monarflex Reflex

blå/grå

Stærk og effektiv damp- og fugtspærre



EGENSKABER

- Meget stor damptæthed.
- Stor bredde: Giver hurtig montage med få samlinger.
- Damp- og fugtspærre til aggressive miljøer.
- Tæthed overfor vanddampe og gasser. (Radon)
- Tilbehørsprogram sikrer tætte samlinger.

Miljø:

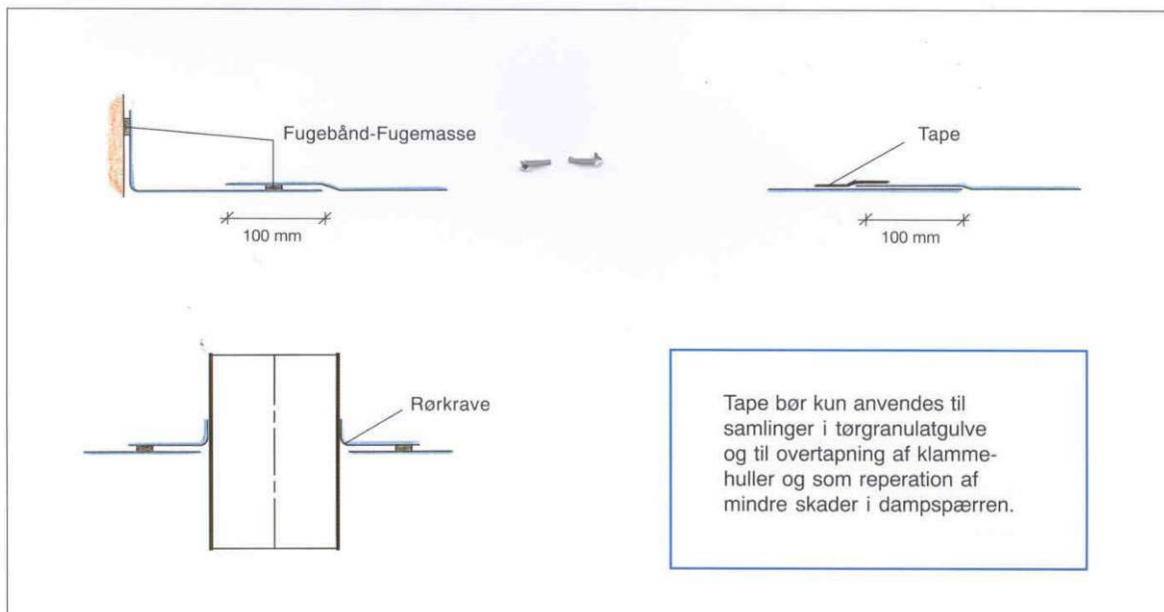
Monarflex Reflex er fremstillet af polyethylen, polypropylen samt aluminiumsfolie. Produktet indeholder ingen flygtige bestanddele eller blødgørere der kan udvaskes og forurene naturen. Produktet kan ikke regenereres, men forbrændes med samme brandværdi som olie. Forbrændingen er ren og kan sammenlignes med afbrænding af naturgas.

MONARFLEX®

Folier der skåner miljøet

Monarflex Reflex blå/grå

SAMLINGSDETALJER



VIGTIGT: MONARFLEX REFLEX anvendes som damp- og fugtspærre i konstruktioner med store krav til effektiv sikring mod damp- og fugtvandring. En effektiv damp- og fugtspærre kræver stor omhyggelighed ved alle gennembrydninger og samlinger.

TILBEHØR:

Monarfol Tape:
PE-Tape:
Ruller á 5 cm x 20 m.
Metalliseret
Polyestertape
5 cm x 30 m
Monarfol Forsegler:
Ruller á 3 cm x 5 m og 3 cm x 30 m.
Butyl - Dobbeltklæber.
Monarfol Tagfodtape:
Ruller á 1 cm x 22,5 m.
Butyl - Dobbeltklæber.
Monarfol Rørkrave:
Ø 70, 90, 110 og 140 mm.
100x100, 100x150, 150x150 mm.
samt uden udstandsning. Specialmål
op til 500 mm efter aftale.
Epdm-gummi med Butyl klæber

VAREFAKTA

Vægt:	330 g/m ²
Tykkelse:	0,3 mm
Z-værdi:	43.000 (GPa s m ² /kg)
Brudstyrke L:	6,0KN/ m
Brudstyrke T:	6,0KN/ m
Brudforlængelse L:	16%
Brudforlængelse T:	12%
Anvendelsesområde:	-40°C - +80°C
Dimensioner:	1,25 x 50 m og 2,00 x 25 m.

**Monarflex Folier produceres af Icopal a/s,
Danmarks store tagvirksomhed. Øvrige produkter:**
Icopal® Tagpap og Shingles, Decra®, Fastlock®, Icopal® Tagrender, Icopal® Undertage,
Icopal® Byggepapper, Hygrodiode® Dampspærre og Icopal® Undergulve.

Icopal's kundetjeneste:

Tlf.: 44 88 55 22.

Forhandler:

Icopal a/s
Mileparken 38
2730 Herlev
Telefon 44 88 55 00
Telefax 44 53 24 53
tag@icopal.dk
www.icopal.dk



Informations for dry cleaners



A problem is solved: the insulation foil Valutect

German laws claim from dry cleaners that a diffusion of solvents such as perchlorethylene into adjoining rooms being used as a place of residence or for food trade must be limited according to the latest state of engineering.

If dry cleaners wanted to fulfill this requisition, a normal wall of bricks or concrete should be up to 6 m thick: the insulation foil Valutect produces a reliable effect as a protection against perchlorethylene with thickness of only 0.3 mm.

Any decorator without special previous experience can work up the insulation foil Valutect in a single operation. Afterwards the rooms are immediately at the cleaner's service again.

Valutect is a robust insulation, resistant to water and safe even on fissures or joints in the wall.

The upper side is in decorative silky white which can easily be papered or painted. Remnants are to your disposal for years or can easily be thrown to normal garbage.

If the original state of the rooms should be necessary one day, Valutect can easily be removed like any other ordinary wallpaper.

with the environment certificate of the ZEWU (Center for energy-, water- and environmental technics, Hamburg) the dry cleaner gets a reliable document.

Recommendations for the rehabilitation of contaminated buildings

Valutect may be used to seal or coat large areas of buildings such as walls, ceilings and floors **for protection against immission of contaminants**, including halogen-organic compounds e.g. Per, Tri, PCB, PCP, chloronaphthalene and other pollutants e.g. nitrosamine and formaldehyde.

The indiscriminate use of such substances over a number of years, especially in the 1960's and 1970's led in some cases to extensive **contamination in buildings**. Such inherited pollution of indoor air is a hazard to human health. Even if the primary source, e.g. permanently elastic joints, is completely removed, hazardous secondary contamination remains.

Independent long-term laboratory tests indicated that even under extreme conditions Valutect provides an ideal barrier layer with a retardation capacity of not less than 99.5%. Valutect is considered to be **practically technically impermeable**, provides a **long-term solution for contaminated buildings** and offers major advantages. Other procedures which may be expensive and involve elaborate protection measures are no longer required.

Valutect has almost no subsequent effect on the **atmospheric environment** in schools or offices, for example. In any case, significant changes in the atmospheric environment can only be brought about by ventilation.

Valutect insulating wallpaper therefore provides a hitherto unknown and unique possibility for the rehabilitation of contaminated buildings. It is an easy, effective, long-term solution that can save considerable costs.

Valutect has a **very high tear strength** so that damage to the insulation by tearing or perforation is practically excluded.

Valutect is **odour-neutral, non-toxic** and **ecologically safe**.

No particular measures are required with regard to fire or explosion protection. The polyethylene content is subject to the German **fire classification B1**.

Residual material may be disposed of as normal **household waste**.

Technical Data Sheet

1. General Data

Product description	Insulating Foil 4 layers (Insulating wallpaper) for walls and ceilings	Insulating Foil 3 layers für floors	Insulating Foil 5 layers für floors and walls (under mortar or plas
Composition	Paper (brown) Polyethylene Aluminium Paper (white)	Polyethylene (white) Aluminium Polyethylene (white)	Paper (brown) Polyethylene Aluminium Paper (brown)
Thickness (approx.) (1 µm = 0,001mm)	200 µm	160 µm	280 µm
Basis weight	230 g/qm	170 g/qm	320 g/qm

2. Company designation

Valutect® Umwelttechnik Handels GmbH
Schemmannstr. 47
D-22359 Hamburg

3. Possible risks

does not apply

4. First aid measures

does not apply

5. Fire-fighting measures

all normal extinguishants

6. Measures in the event of unintentional release

does not apply

7. Storage and handling

no special measures necessary

8. Exposure limit and personal protection

no special measures necessary

9. Physical and chemical properties

odour: neutral
explosion hazard: does not apply
tear strength: damage to insulation by tearing or perforation
practically be excluded

10. Toxicology

non-toxic

11. Ecology

Residue and package may be disposed of as normal house waste.

12. Transport

no hazardous product

13. Other indications

The above information is based on the current state of our knowledge and does not guarantee any particular character

Registered pattern

Possible applications of Valutect in the rehabilitation of contaminated buildings / Examples:

Substance	Application (examples)	Occurrence (examples)
Per, Tri, Hydrocarbon solvents	cleaning agents and solvents, degreasing agents	dry-cleaners, metal-working industry, paint and lacquer stores
PCBs	joint fillers, fireproof coatings, adhesives, transformer and capacitor oil	especially buildings with concrete: schools, housings, buildings for technical use
PAHs / Carbolineum	floor adhesives, telegraph poles, railway sleepers	rooms with wooden beams in ceilings or framework
Formaldehyde	pressboard, floor covering	pavilion constructions, prefabricated buildings, walls and floors (chip board)
chloric naphthalines	wood preservatives, antifoulants	pavilion constructions, prefabricated buildings
DDT	insecticides, wood preservatives	roof extensions, rooms with wood panelling, prefabricated buildings
Dichlofluanid		
Lindan		
PCP		
pyrethroides		
nitrosamines	industrial processes	production and storage facilities for rubber products
benzole	petrol	houses with built-in or adjacent garages, petrol stations
toluene, xylene, dibromethane, N-butanol, acetone, undecane, N-decane, nonane, pentane a.o.	solvents, chemicals, pharmaceuticals	storerooms for paints and lacquers, chemicals, pharmaceuticals
radon	stones in ground and building materials	cellars and ground floors esp. in ore-mining areas
various contaminants	after fire damage	all types of buildings
various smells	keeping of pets/animals	sealings towards adjacent rooms,
animal smell	certain industrial and commercial activities	use alteration of buildings

Price List

valid from July 2002, all prices in EUR, excl. VAT (16 %)

Price range		Insulating Foil 4 layers for walls and ceilings (Insulating wallpaper)	Insulating Foil 5 layers für walls and floors (under mortar and plaster)	Strips of Insulating Foil 5 layers for floors and walls	Insulating Foil 3 layers for floors	Strips of Insulating Foil 3 layers for floors, for borders and joins
	No. of article	004	005	015	003	013
	Ordered quantity			EUR per roll		
1	1 – 9 rolls	273,00	294,00	33,00	246,00	27,60
2	10 rolls and more	267,00	288,00	packages of 10 rolls each: 30,00	238,00	packages of 10 rolls each: 24,90

Sizes

	Insulating Foil 4 and 5 layers	Insulating Foil 3 layers	Strips of Insulating Foil 3 and 5 layers
weight per roll (incl. tube)	8 – 10 kg approx.	6 - 7 kg approx.	0,7 – 1,0 kg approx.
Size of rolls:	width: 1 m length: 30 m surface: 30 qm		width: 0,1 m length: 30 m surface: 3 qm

Terms of Delivery:

within the EU (European Union) no delivery charge, incl. packing

Terms of payment:

Cash on delivery: ./ 3 % discount

Cash in advance: ./ 3% discount

Check in advance: ./ 2% discount

Payment by creditcard: ./ 2% discount

Time of Delivery:

approx. one week

Special Conditions:

only for commercial purposes

please send a written enquiry enclosing a convenient document (e.g. trading licence)

Instruction for use

Valutect® Insulating Wallpaper for walls and ceilings

Data:

size of rolls: 1 m wide, 30 m long (30 sq.m.)

thickness: approx. 200 µm (=0,2 mm)

basis weight : approx. 230 g/sq.m.

weight/roll: approx. 8,8 kg incl. tube

tools: wallpaper brush, velour or lambskin roller,
rubber roller, wallpaper brush, spatula,
sponge, cloth

adhesive: Ovalit T by Henkel and if necessary (in case of
contamination by volatile pollutants like f.ex.
solvents)
Ovalit V or B for overlapping areas

required amount: depends on undercoat, usually about 200
g/sq.m.

required quantity: surface of respective walls and ceilings to be
covered plus 10% extra for overlapping and
waste material (each 5%)

Application:

Surfaces covered with Valutect may be subsequently decorated as
you like:

with ordinary paint, tiles, panels, or an additional wallpaper
use a light glue for additional wallpaper and /or insert a second
undercoat to allow for easy future removal without damage to
Valutect Insulating Wallpaper.

It may also remain without further treatment.

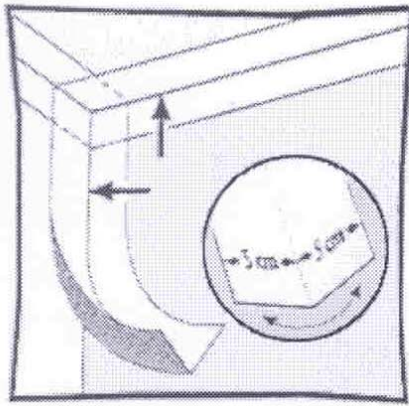


1.

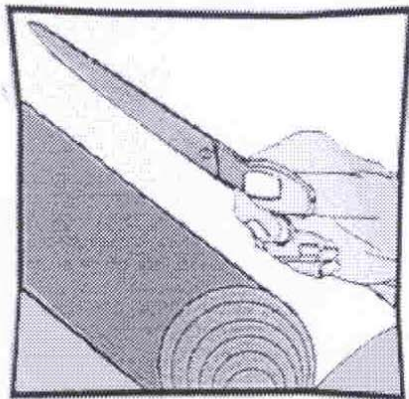
The undercoat should be
prepared as for normal
wallpaper; if necessary level out
uneven patches with a filler, and
provide heavily absorbent
backgrounds with an undercoat.

2.

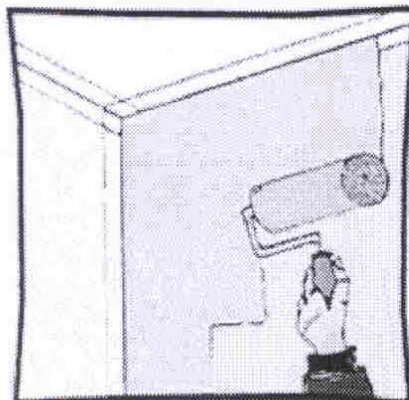
Cut strips of approx. 10 cm width
and fold in the middle. Apply
adhesive to all interfaces (f.ex.



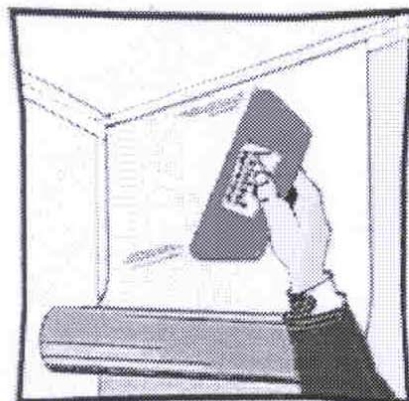
between ceiling and wall or in corners of the room) with a margin of 5 cm to both sides and place strips onto the adhesive.



3.
Cut Valutect Insulating Wallpaper to the required length. Roll up the wallpaper; do not fold or crease.



4.
Starting from the top of the wall next to a corner apply adhesive to a section of the wall corresponding to a strip of Valutect Insulating Wallpaper (approx. 1 m). Due to strips applied beforehand there should be an overlap at every join. Give time to air.



5.
Place first strip of wallpaper onto the adhesive (white side showing to the room) and press with a rubber roller or spatula to avoid formation of bubbles. If Valutect is not to be painted over, remove excess adhesive with a wet sponge.

6.
Apply the adhesive for the following web on the wall

overlapping in from the edge approx. 5 cm. If necessary (eg. in the case of solvents) use a special glue for edgings (eg. Ovalit B or V). Apply all further strips with an overlap of 5 cm. If coating is to be applied smooth over overlapping edges.



Surfaces covered with Valutect may be subsequently decorated as you like:
with ordinary paint, panels, or an additional wallpaper. Use a light glue for additional wallpaper and/or insert a second undercoat to allow for easy future removal without damage to Valutect Insulating Wallpaper.

Valutect Insulating Wallpaper may also remain without further treatment.

Recommendations for the rehabilitation of contaminated buildings

Valutect may be used to seal or coat large areas of buildings such as walls, ceilings and floors **for protection against immission of contaminants**, including halogen-organic compounds e.g. Per, Tri, PCB, PCP, chloronaphthalene and other pollutants e.g. nitrosamine and formaldehyde.

The indiscriminate use of such substances over a number of years, especially in the 1960's and 1970's led in some cases to extensive **contamination in buildings**. Such inherited pollution of indoor air is a hazard to human health. Even if the primary source, e.g. in permanently elastic joints, is completely removed, hazardous secondary contamination remains.

Independent long-term laboratory tests indicate that even under extreme conditions Valutect provides an ideal barrier layer with a retardation capacity of not less than 99.5%. Valutect is considered practically **technically impermeable** and provides a **long-term solution for contaminated buildings** offering major advantages. Other procedures, which may be expensive and involve elaborate protection measures, are no longer required.

Valutect has almost no subsequent effect on the **atmospheric environment** in schools or offices, for example. In any case, significant changes in the atmospheric environment can only be brought about by ventilation.

Valutect insulating foil therefore provides a hitherto unknown and unique possibility for the rehabilitation of contaminated buildings. It is an easy, effective, long-term solution that can save considerable costs.

Valutect has very **high tear strength** so that damage to the insulation by tearing or perforation is practically to be excluded.

Valutect is **odour-neutral, non-toxic** and **ecologically safe**.

No particular measures are required with regard to fire or explosion protection. The polyethylene content is subject to the **German fire classification B1**.

Residual material may be disposed of as normal **household waste**.

Technisches Merkblatt

1. Allgemeine Daten: Produktbezeichnung: Zusammensetzung: Verbunddicke: Verbundgewicht:	Isolierfolie, 5-lagig für Böden, Decken und Wände - Rohpapier, braun ca. 50 g/ m ² (nur bei der 5-lagigen Isolierfolie) - Polyethylen ca. 75 µm - Aluminium ca. 12 µm - Polyethylen ca. 75 µm - Rohpapier, braun ca. 50 g/ m ² (nur bei der 5-lagigen Isolierfolie) ca. 302 µm (± 10%) nach DIN ISO 534 ca. 266 g/m ² (± 8%) nach DIN ISO 536
2. Firmenbezeichnung:	Valutect Umwelttechnik Handels GmbH Schemmannstr. 51 22359 Hamburg
3. Mögliche Gefahren:	nicht anwendbar
4. Erste-Hilfe-Maßnahmen:	nicht relevant
5. Maßnahmen zur Brandbekämpfung:	Alle gebräuchlichen Löschmittel geeignet Eigenschaften der "Schwerentflammbarkeit"
6. Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung:	nicht anwendbar

7. Handhabung und Lagerung:	keine besonderen Maßnahmen erforderlich
8. Expositionsbegrenzung und Schutzausrüstung:	keine besonderen Maßnahmen erforderlich
9. Physikalische und chemische Eigenschaften:	Geruch ist neutral Explosionsgefahr: nicht anwendbar Beschädigung d. Isolierung durch Einreißen oder Perforation nahezu ausgeschlossen Wasserdampfdiffusionswiderstand: $sd > 200 \text{ m}$
10. Angaben zur Toxikologie:	nicht toxisch
11. Ökologie/Entsorgung:	Verarbeitungsreste und Verpackung = normaler Hausmüll
12. Angaben zum Transport:	Kein Gefahrgut
13. Sonstiges:	Die obigen Angaben stützen sich auf den heutigen Stand unserer Kenntnisse und sollen nicht bestimmte Eigenschaften zusichern.

Bilag F2:

Membran på gulv

Vedlagte produktblade mv. er blot eksempler på materialer/komponenter der kan anvendes

Bilag F2.1

Membran på gulv

Region Midtjylland – Frederiksbjerg Torv 8, Aarhus
Liquid Boot – sprøjtemembran



Ejendom



Tætning af rørgennemføringer



Udsprøjtning af membran



Færdig membran med rørgennemføringer



Færdig membran



Færdig membran

MONARFLEX® RAC membrane – a natural choice for heavy duty installations



Four good reasons to choose MONARFLEX® RAC gas membrane:

- ☒ Multiple layers allow traffic on the membrane
- ☒ Reinforced for extra strength
- ☒ Designed to meet the highest requirements for gas barriers
- ☒ MONARFLEX® Gas System – a reliable solution

*MONARFLEX® Gas membranes
- the reliable choice*

Technical data

Available sizes	2 x 25M
	2 x 50M
	2 x 100M
Net weight	800 g/m ²
Thickness	810 µm
Roll weight	2 x 25M – 41 kg
	2 x 50M – 81 kg
	2 x 100M – 161 kg
Tensile strength	>11 kN/m
Thermal stability	-40°C to +75°C
Methane gas transmission	<0,005 cm ³ /hm ² atm
Composition of the RAC gas membrane: MONARFLEX® RAC membrane is a specially designed membrane with multiple layers consisting of several layers of blown virgin polyethylene (LDPE) film, a reinforced polyester scrim and a 12 microns aluminium layer laminated together by several coater layers to a tough and durable gas membrane. The membrane consists of 10 layers in total ensuring a gas tight membrane with high mechanical properties. The special composition and properties of each layer of the product make a tight and effective barrier to prevent gas from entering houses and buildings to constitute a health hazard for the inhabitants.	

Gas contamination

The most commonly occurring gases for which protection is required are: methane, carbon dioxide (CO₂) and radon. Accumulation of gases in buildings can reach dangerous concentrations and constitute a health hazard with danger of explosions. High concentrations of gases are usually found on ground previously utilised for industrial processes ex. chemical factories and on former landfill areas.

A mechanical barrier

The easiest precaution to avoid high concentrations in buildings is the installation of a gas control system. To prevent the gas from entering the house, a high performance gas membrane must be installed across the whole footprint of the building. The mechanical barrier must be strong and reinforced to avoid puncture from stones.

MONARFLEX® RAC membrane

MONARFLEX® RAC membrane is developed specifically for installation on contaminated ground to prevent gases from entering the house. A well protected aluminium foil serves as an efficient gas barrier and the reinforcement secure that traffic on the membranes will not lead to puncture. The composition of the membrane with 10 independent layers, makes it a perfect gas barrier for projects with rough conditions where the membrane will be exposed to heavy traffic from equipment during installation. Concrete can be poured directly onto the membrane.

Installation

Installation of a gas barrier must only be carried out by professionals. For welding of the gas membranes on site, Monarflex recommends the Monarflex extrusion welding machine. Please contact us for further details

Test standards

MONARFLEX® RAC membrane is tested and conforms to:

- British standard – BS 5750 Part 2
- European Norm – EN 29002

Please visit www.monarflex.com for further information

LIQUID BOOT® Vapor Intrusion Systems

SUPERIOR PROTECTION AGAINST VAPOR INTRUSION

Cold, Spray-Applied Membrane For the Redevelopment of Former Manufacturing Sites, Landfills, Industrial Properties & Other Brownfield Sites

PAGE	PROJECT NAME	LOCATION	SQUARE FOOTAGE
1	G1 Los Angeles Central Library	Los Angeles CA	400,000 sq.ft.
	G2 Rikers Island Jail	New York NY	40,000 sq.ft.
	G3 Jack London Square, Port of Oakland	Oakland CA	10,000 sq.ft.
	G4 CT Dept. Dot, Stamford Rail Yard	Stamford CT	50,000 sq.ft.
2	G5 Huntington Beach Central Library	Huntington Beach CA	30,000 sq.ft.
	G6 Long Beach Water Treatment Plant Expansion	Long Beach CA	30,000 sq.ft.
	G7 Pathmark Shopping Center	Hackensack NJ	75,000 sq.ft.
	G8 Newport Ridge Apartments	Newport Beach CA	150,000 sq.ft.
3	G9 OH Dept. Of Corrections Medical Center	Cleveland, OH OH	50,000 sq.ft.
	G10 J.M. Peters Homes	Huntington Beach CA	100,000 sq.ft.
	G11 Kaufman & Broad Homes	Signal Hill CA	70,000 sq.ft.
	G13 235 Market Street	San Diego CA	25,000 sq.ft.
4	G14 Sage Hill School	Newport Beach CA	50,000 sq.ft.
	G15 Colony Park High School	Ontario CA	280,000 sq.ft.
	G16 Doma Lofts	San Diego CA	50,000 sq.ft.
	G17 FDA Building	Irvine CA	40,000 sq.ft.
5	G18a Genzyme	Boston MA	35,000 sq.ft.
	G18b Genzyme	Boston MA	35,001 sq.ft.
	G19 Seaclyff School	Huntington Beach CA	50,000 sq.ft.
	G20 Home Depot	Oregon City OR	150,000 sq.ft.
6	G21a Home Depot	Oregon City OR	150,001 sq.ft.
	G21b Home Depot	Oregon City OR	150,002 sq.ft.
	G22 Jamestown Savings Bank Ice Arena	Jamestown NY	100,000 sq.ft.
	G23 PNSH Building	Manchester NH	20,000 sq.ft.
7	G24 Pacific Village	Oceanside CA	10,000 sq.ft.
	G25 Playa Vista Product 600	Los Angeles CA	100,000 sq.ft.
	G26 Queens District 7A	Queens NY	85,000 sq.ft.
	G27 Bronx School 368	Bronx NY	57,000 sq.ft.
8	G28 Walgreens	Huntington Beach CA	5,000 sq.ft.
	G29 Wisteria Homes	Corona CA	100,000 sq.ft.
	G30 Costco	Ocean Township NJ	135,000 sq.ft.
	G31 Newton Courthouse	Newton MA	8,000 sq.ft.
9	G32 Wesleyan University	Middletown CT	5,000 sq.ft.
	G33 Dunkin' Donuts	West Springfield MA	5,000 sq.ft.
	G34 Playa Vista Product 700	Los Angeles CA	65,000 sq.ft.
	G35 Playa Vista Community Center	Los Angeles CA	60,000 sq.ft.
10	G36 Playa Vista Water's Edge	Los Angeles CA	130,000 sq.ft.
	G37 Playa Vista Tapestry	Los Angeles CA	45,000 sq.ft.
	G38 Christian Cultural Center	Brooklyn NY	50,000 sq.ft.
	G39 Public Storage	Salem MA	32,000 sq.ft.
11	G40 Lowe's Home Improvement Center	Ocean Township NJ	130,000 sq.ft.
	G41 Wegman's Grocery Store	Woodbridge NJ	130,000 sq.ft.
	G42 Target	Farmingdale NY	130,000 sq.ft.
	G43 Topanga Corporate Center	Fresno CA	20,000 sq.ft.
12	G44 Pulte Homes	Emeryville CA	45,000 sq.ft.
	G45 St. Francis High School	Sacramento CA	65,000 sq.ft.
	G46 Playa Vista 525 - Carabella	Los Angeles CA	140,000 sq.ft.
	G47a Playa Vista 400 - Promenade	Los Angeles CA	120,000 sq.ft.

LIQUID BOOT® Vapor Intrusion Systems

SUPERIOR PROTECTION AGAINST VAPOR INTRUSION

Cold, Spray-Applied Membrane For the Redevelopment of Former Manufacturing Sites, Landfills, Industrial Properties & Other Brownfield Sites

Los Angeles Central Library

Los Angeles, CA



Project Size: 400,000 Square Feet
Project Type: Gas Vapor Barrier and Waterproofing
Site Info: Methane level greater than 500,000 ppm
Engineer: Methane Specialists
Contact: John Sepich 805-987-5356

G1

Rikers Island Correctional Facility

New York, NY



Project Size: 40,000 Square Feet
Project Type: Gas Vapor Barrier
Site Info: Project built on a former landfill

G2

Cinema 9 Jack London Square

Oakland, CA



Project Size: 10,000 Square Feet
Project Type: Gas Vapor Barrier
Site Info: Benzene contaminants found in the soil
Reference: Port of Oakland Engineering Department
Contact: 510-272-1361

G3

Department of Transportation

Stamford, CT



Project Size: 50,000 Square Feet
Project Type: Gas Vapor Barrier
Engineer: Stone & Webster Engineers

G4



CETCO Remediation Technologies Group

1001 S. Linwood Ave., Santa Ana, CA 92705 | 714.384.0111 | www.cetco.com

LIQUID BOOT® Vapor Intrusion Systems

SUPERIOR PROTECTION AGAINST VAPOR INTRUSION

Cold, Spray-Applied Membrane For the Redevelopment of Former Manufacturing Sites, Landfills, Industrial Properties & Other Brownfield Sites

Huntington Central Library

Huntington Beach, CA



Project Size: 30,000 Square Feet

Project Type: Gas Vapor Barrier

Site Info: Methane levels present in the soil

G5

Water Treatment Plant

Long Beach, CA



Project Size: 30,000 Square Feet

Project Type: Gas Vapor Barrier and Waterproofing

Site Info: Underslab waterproofing membrane

G6

Pathmark Shopping Center

Hackensack, NJ



Project Size: 75,000 Square Feet

Project Type: Gas Vapor Barrier

Site Info: Underslab gas vapor barrier

G7

Newport Ridge Apartments

Newport Beach, CA



Project Size: 150,000 Square Feet

Project Type: Gas Vapor Barrier

Site Info: Project was built near a landfill, methane gas protection

Applicator: Gergen Construction

Contact: Joe Gergen 714-960-9182

G8

LIQUID BOOT® Vapor Intrusion Systems

SUPERIOR PROTECTION AGAINST VAPOR INTRUSION

Cold, Spray-Applied Membrane For the Redevelopment of Former Manufacturing Sites, Landfills, Industrial Properties & Other Brownfield Sites

Corrections Medical Center

Cleveland, OH



Project Size: 50,000 Square Feet

Project Type: Gas Vapor Barrier

Site Info: Methane levels present in the soil

G9

Homes by J.M. Peters Company

Huntington Beach, CA



Project Size: 100,000 Square Feet

Project Type: Gas Vapor Barrier, methane protection

Site Info: LIQUID BOOT® sprayed on scrim layer over subgrade before

Site Info: pouring the slab

G10

Kaufman & Broad Homes

Signal Hill, CA



Project Size: 70,000 Square Feet

Project Type: Gas Vapor Barrier

Site Info: Methane levels present in the soil

G11

235 Market Street

San Diego, CA



Project Size: 25,000 Square Feet

Project Type: Gas Vapor Barrier and Waterproofing

Site Info: Contamination present in soil, below-grade waterproofing

Engineer: Withee-Malcolm Partnership 619-544-9200

Reference: GeoSyntec Engineers 858-674-6559

G13



CETCO Remediation Technologies Group

1001 S. Linwood Ave., Santa Ana, CA 92705 | 714.384.0111 | www.cetco.com

3

Bilag F3:

Maling af kælder

Vedlagte produktblade mv. er blot eksempler på materialer/komponenter der kan anvendes

Niras A/S
Åboulevarden 80
8000 Århus C.

Att.: Mette Jeppesen

NIRAS		
Cirk.	Beh. af	Kopli
- 5 JULI 2001		
Sag nr.		
Arkiv		

Deres ref.:

Vores ref.: SJ/ut

Dato: 04-07-01

Vedr.: Overfladebehandling - Tæt membran

Idet vi refererer til vor aftale, fremsendes herved vort forslag til "tæt membran" i kælderlokal.

Vægge:

Rengøring

Væggene rengøres, så de fremstår rene og fri for kalkcementpuds og med fuger i murværk fjernet i min. 10-15 mm dybde.

Rengøring afsluttes med afvaskning med rent vand.

Fuger

Fuger fyldes, så disse er plane med mursten (skrabe fuge). Fugning foretages med mørtel som KC 20/80/550.

Spartling

På den rengjorte overflade påføres Sikagard-720 EpoCem med spartel, stålbræt eller lignende.

Ved lagtykkelse på 2 mm kan første påføring med fordel udføres med ståltandspartel med 2 mm tænder. Dagen efter, eller når spartelmassen er bæredygtig, påføres 2. lag med stålbræt, således at sporene efter tandspartlen udfyldes.

For at opnå glat overfladefinish efterarbejdes Sikagard-720 EpoCem med en let fugtig svamp eller filtsebræt.

Gulve:

Forbehandling

Overfladen slibes med karborundum-slibemaskine, så cementslam og løse partikler fjernes. Herefter støvsuges overfladen omhyggeligt.

Grundning

Den rene og matfugtige overflade grundes med Sikafloor-80 EpoCem. Påføringen kan ske med pensel eller rulle.

Belægning

I den endnu klæbrige, men gangbare Sikafloor-80 EpoCem grunder, udlægges Sikafloor-82 EpoCem med tandspatel eller skraber. Umiddelbart efter udlægning pigrulles belægningen for at fjerne evt. luftporer.

Topcoat

Efter ca. 24 timer, eller når belægningen ikke længere er klæbrig, påføres Sikafloor-2530W med korthåret mohairrulle.

Vægge kan behandles med vandig epoxymaling, som f.eks. Sikagard Wallcoat.

Vi håber, ovenstående er fyldestgørende, men står i øvrigt til rådighed, hvis De ønsker yderligere oplysninger.

Med venlig hilsen
Sika Danmark A/S



Søren Jæger
Produktchef

Bilag: Datablade på de nævnte produkter.

BETON
4.02
01.01

Svummemørtel til vandtætning af beton

- Vandtætning og beskyttelse i dybden
- Permanent aktiv
- Påføres overflader med aktivt eller passivt vandtryk
- Diffusionsåben
- Enkomponent, skal kun blandes med vand
- Testet for brug i drikkevandsbeholdere

Produktbeskrivelse

VANDEX SUPER er fremstillet på grå Portland cement. Bruges i vandbeholdere, renseanlæg, fiskebassiner, kældre m.m., enten alene eller sammen med **VANDEX PREMIX** på betonflader med jordtilfyldning. Kan efter påføring virke brunskjoldet grundet jernforbindelser i cementen.

VANDEX SUPER HVID er fremstillet på hvid Portland cement. Bruges på betonflader, hvor man ønsker en hvid stærk overflade efter behandling. F.eks. indvendig i kældre eller ingeniørgange.

VANDEX CONCRETE GREY er fremstillet på hvid Portland cement, tilsat en grå farve, der giver den færdige overflade en lys grå betonfarve. Bruges på betonflader, hvor man ønsker en færdig grå beton som på facader, ved støttemure, på søjler, bjælker, altaner m.m.

Egenskaber

Når **VANDEX** påføres konstruktionen, vil produktets kemiske komponenter reagere med den frie kalk og fugten, dybt ind i betonens kapillarsystem. Betonens kapillarer blokeres, så vand forhindres i at trænge ind i konstruktionen, selv under højt tryk. Betonen vil stadig være diffusionsåben.

VANDEX beskytter mod saltvand, spildevand, aggressivt grundvand, en række kemiske opløsninger, mod frost/tø påvirkninger og tørsalts skadelige indflydelse. **VANDEX** produkterne er ugiftige og testet for brug i drikkevandsbeholdere og fiskebassiner.

Forbehandling

Alle flader afrenses omhyggeligt for kalkpuds, hvidtekalk, maling, asfalt, formolie m.m. Meget glatte flader gøres ru. Huller, revner stenreder m.m. udfyldes med sand/cementmørtel (3:1). Overfladen forvandes omhyggeligt, så den er fugtig men ikke våd, umiddelbart før påføring af **VANDEX SUPER**.

Sivende vand gennem revner, overflader m.m. stoppes først med **VANDEX PLUG** - Lyncement. (se datablad 4.08)

Blanding

25 kg **VANDEX SUPER** blandes med 8 liter rent vand (ca. 0,8 rumdele vand til 2 rumdele pulver). Mekanisk omrøring anvendes for at opnå en ensartet masse (Piskeris på en boremaskine). Blandingen skal hvile i tre minutter, hvorefter der røres igen. Bland ikke mere materiale, end der kan bruges indenfor 20 minutter. Hvis blandingen begynder at stivne røres igen. Der må aldrig tilsættes mere vand end det angivne.

Påføring

VANDEX SUPER påføres med kost eller egnet sprøjteudstyr (se datablad 9.01). Andet **VANDEX** lag påføres, mens det første lag stadig er fugtigt. Behandlingen foregår altid vådt i vådt.

Efterbehandling: De behandlede områder skal holdes fugtige i fem døgn og beskyttes mod sol, vind og frost.

Bemærk: Påfør ikke **VANDEX** ved temperaturer under +5°C eller på underafkølede flader. **VANDEX** kan ikke anvendes som tilsætningsmiddel til beton eller mørtel. Værktøj rengøres med vand.

Forbrug

Betonflader mod jord: Et lag **VANDEX SUPER** á 0,75 kg/m² efterfulgt af et lag **VANDEX PREMIX** (datablad 4.03) á 1,0 kg/m².

Indvendige behandlinger: To lag **VANDEX SUPER** á 0,75 kg/m².

Betondæk/gulve: **VANDEX SUPER** 1,5 kg/m² påført i svummekonsistens på hærdebeton eller tørdrysset og

glittet på frisk beton, når denne er begynder at binde af.

Støbeskel/remselagsbeton:

VANDEX SUPER 1,5 kg/m² påført i svumme eller pulverkonsistens umiddelbart før støbning af dækkende beton. (**VANDEX SUPER** tørdrysset gennem en sigte).

VANDEX SUPER HVID påføres i to lag á 0,75 kg/m².

VANDEX CONCRETE GREY påføres i to lag á 0,75 kg/m².

Produktdata

Emballage

VANDEX SUPER leveres i 5 kg plastspand eller 25 kg plastforet papirsæk.

VANDEX SUPER HVID og **VANDEX CONCRETE GREY** leveres i 25 kg plastforede papirsække.

Opbevaring

Opbevares tørt. Holdbar i 12 måneder i uåbnet original emballage.

Sikkerhed

Produktet indeholder cement. Irriterer øjne og huden. Kan forårsage overfølsomhed ved hudkontakt. Opbevares utilgængeligt for børn. Undgå kontakt med hud og øjne. Brug egnede beskyttelseshandsker. Ved øjenkontakt, skyl øjeblikkeligt med rigeligt vand og søg læge.

R-sætninger: R36/38, R43

S-sætninger: S2, S24/25, S26, S37

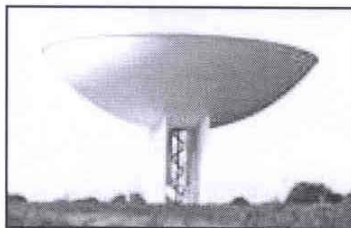
Faresymbol: Xi Lokalirriterende

Mal-Kode: 00-4 (1993)

Se desuden sikkerhedsdatabladet

Teknisk data

VANDEX SUPER, VANDEX CONCRETE GREY
Konsistens: gråt pulver
Densitet: 1,25 kg/l
Pottlife: 20 minutter
Afbindingstid: 60 minutter
VANDEX SUPER HVID
Konsistens: hvidt pulver
Densitet: 1,20 kg/l
Afbindingstid: 120 minutter



Vandtårn, Haderslev

Bilag F4:

Udskiftning af gulve

Vedlagte produktblade mv. er blot eksempler på materialer/komponenter der kan anvendes

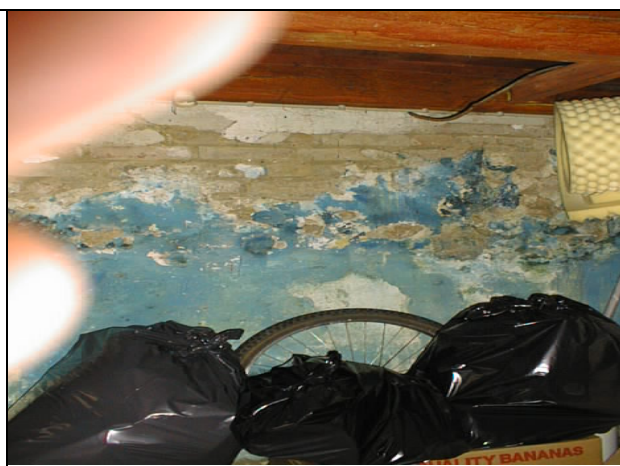
Bilag F4.1

Udskiftning af kældergulve

Fyns Amt/Miljøstyrelsen – Aftsaftværg, Projekt Tidlig indsats
Gåsekærgade 23, Haderslev



Ejendom (lille kælder midt under huset)



Kælder

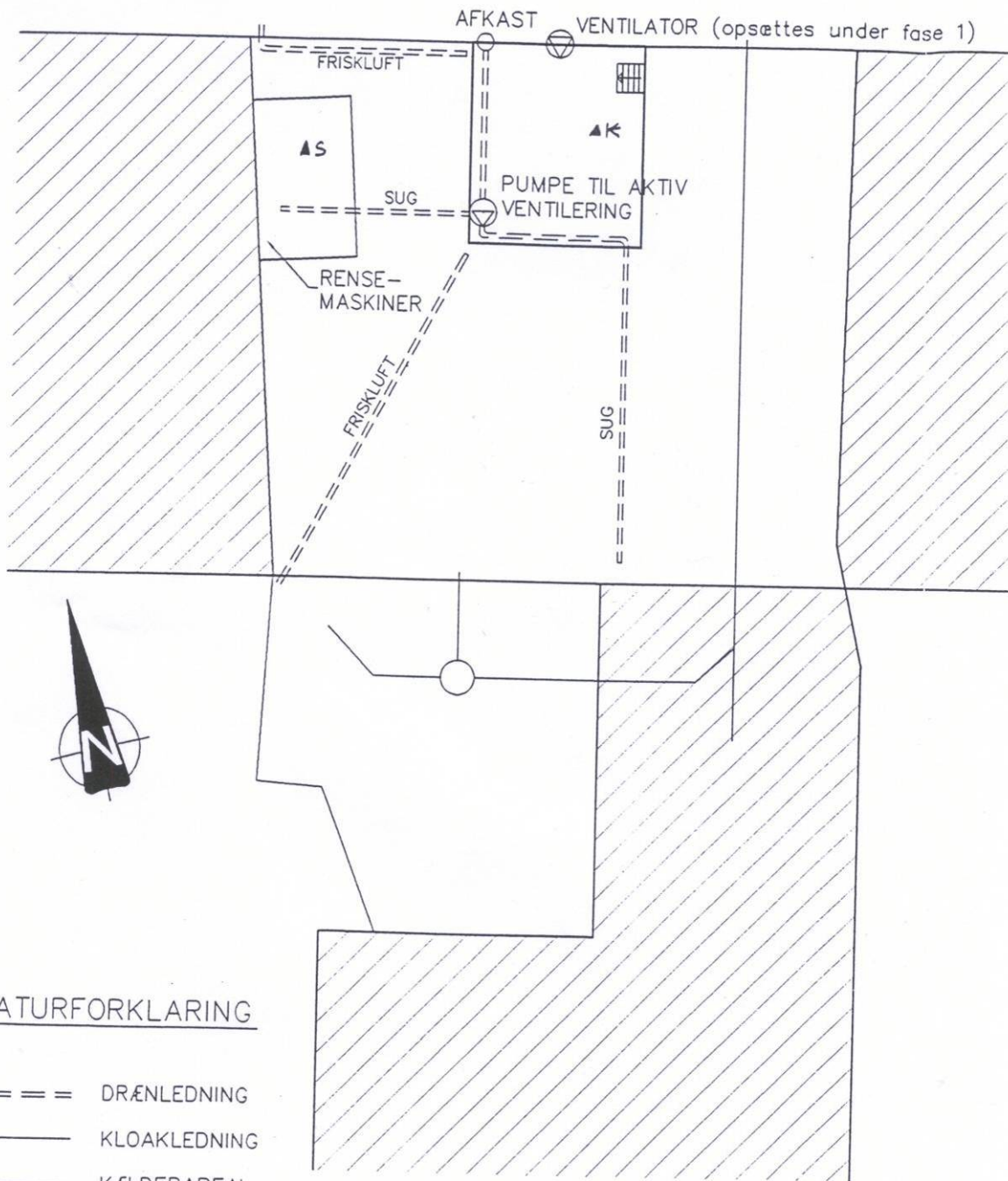


Kælder



Kælder

GÅSKÆRGADE



SIGNATURFORKLARING

- ==== DRÆNLEDNING
—— KLOAKLEDNING
—— KÆLDERAREAL

EVT. FASE 2

GÅSKÆRGADE 23, HADERSLEV
SITUATIONSPLAN – EVT. FASE 2

Bilag F5:

Ventilation af kælderetage

Vedlagte produktblade mv. er blot eksempler på materialer/komponenter der kan anvendes

Bilag F5.1

Ventilation af kælderetage.

Fyns Amt/Miljøstyrelsen – Feltafprøvning, Projekt Tidlig indsats
Lindevej 29, Odense SV



Patriciavilla - fuld kælder (aflukning til stueetage mulig)



Ventilator - vinduesmontage



Luftindtag - vinduesmontage



Reguleringsboks og timetæller

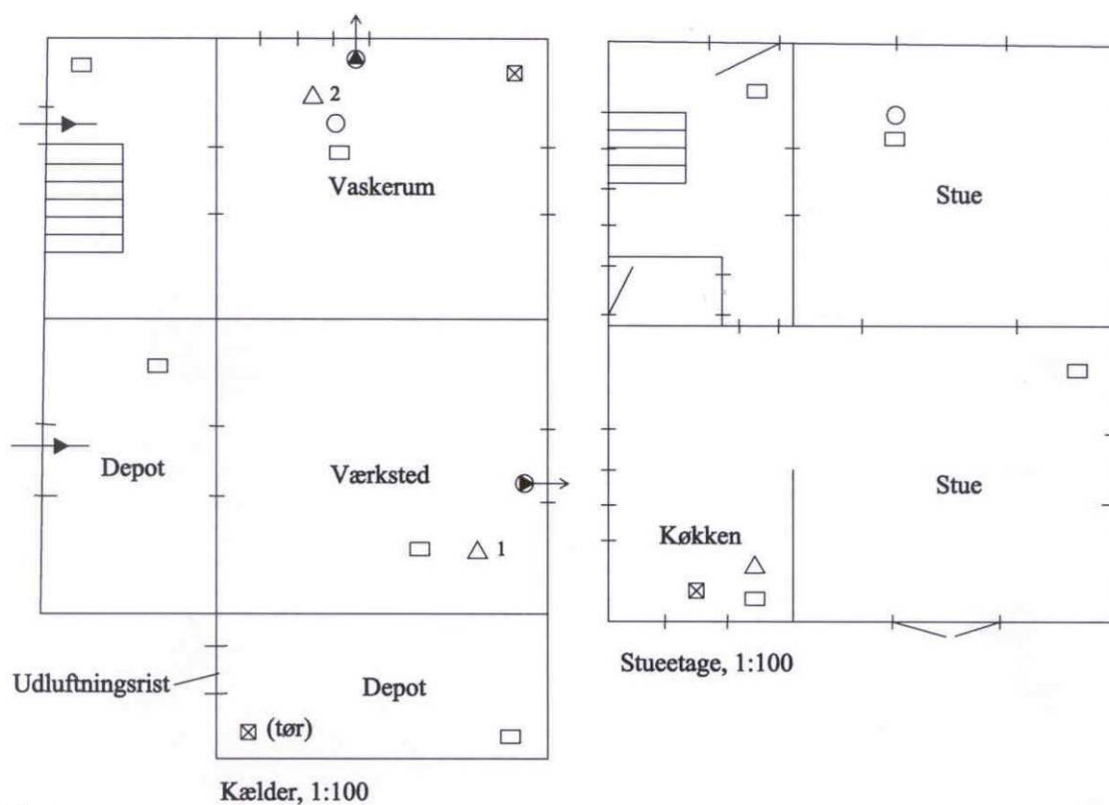
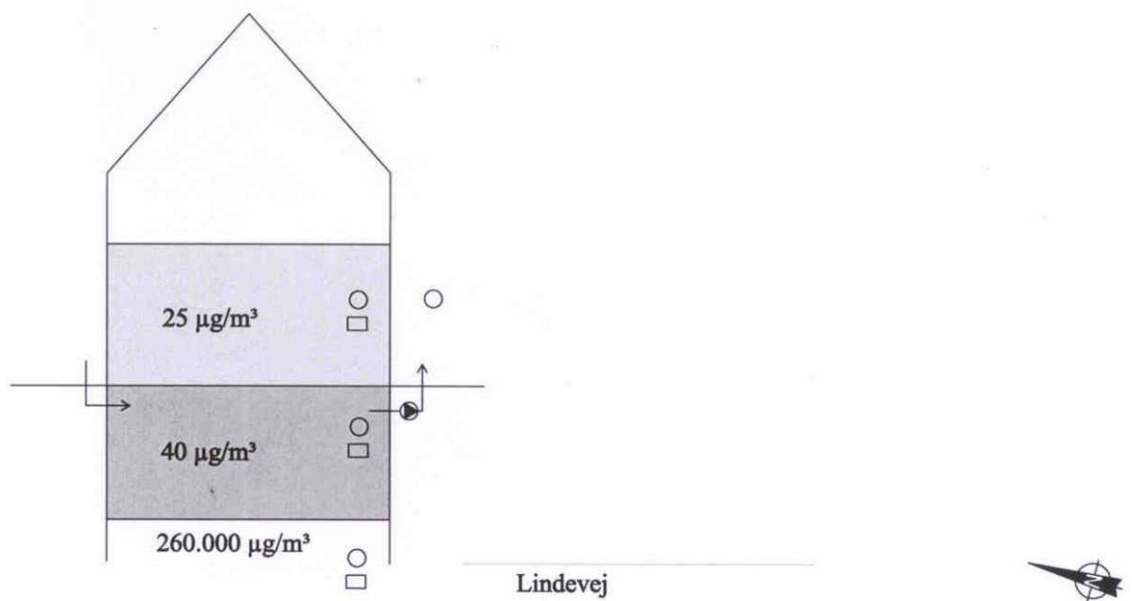


Ventilator – vinduesmontage, slukket



Ventilator – vinduesmontage, tændt

Lindevej 29 - Ventilation af kælder

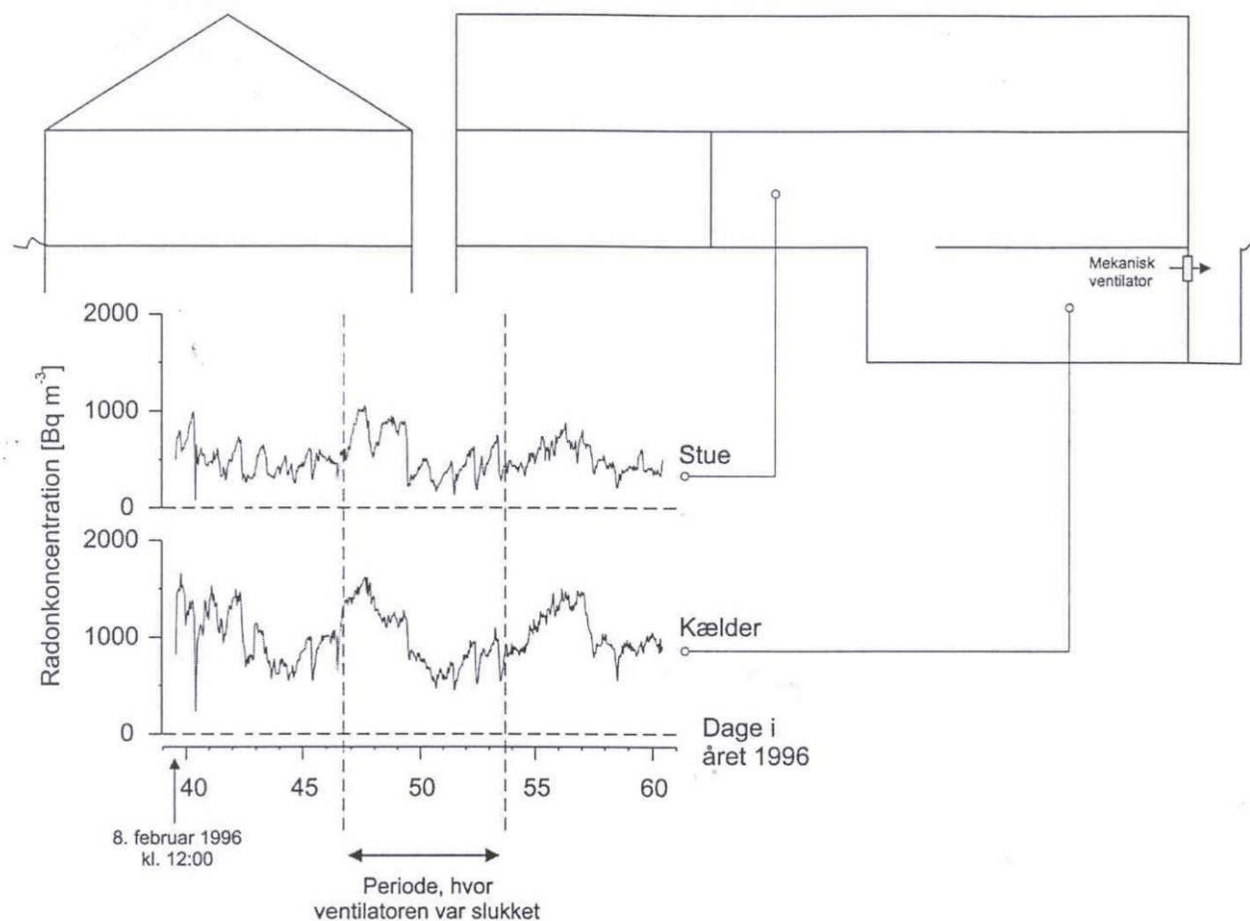


Signaturer:

-  Beboelse
-  Vaskerum, depot mv.
-  Luftrens
-  Passiv opsamling af chlorerede opløsningsmidler
-  Tidligere passiv opsamling
-  Luftskiftmåling
-  Gulv afløb
-  Ventilator
-  Måleresultat (tænkt)
-  Luftindtag m/rist

Bilag F4.1

Ventilation af kælderetage



Effekt af mekanisk ventilation i åben kælder:

Den åbne kælder, med mulighed for fri luftudveksling mellem stue- og kælderetage, bevirker, at effekten af den mekaniske ventilation reduceres.

De udførte målinger af radonkoncentrationen under ventilationsdrift og i en periode, hvor ventilatoren var slukket, dokumenterer ikke signifikant forskellige radonkoncentrationer.

Reference: (Forskningscenter Risø 1997)

Industri teknik I/S
Benediktsgade 34
5000 Odense C

Att. Niels Peter Mikkelsen

NIRAS
Rådgivende ingeniører
og planlæggere A/S

NIRAS
Åboulevarden 80
Postboks 615
DK-8100 Århus C

Telefon 8732 3232
Fax 8732 3200
E-mail niras@niras.dk

Direkte:
Telefon 87323277
E-mail jsc@niras.dk

CVR-nr. 37295728
Tilsluttet F.R.I

3. september 2001

UDBUDSBREV

Afværgeforanstaltninger på Lindevej 29, 5250 Odense

På vegne af Fyns Amt indbydes De hermed, efter tilkendegiven interesse, til at afgive tilbud på nedennævnte entreprise. Arbejdet udbydes i samlet entreprise ved underhåndsbud fra 2 bydende parter.

- Levering og montering af 2 stk. el-ventilatorer i kældervinduer, se nedenstående beskrivelse.
- Levering og montering af 2 stk. luftindtag med rist i kældervinduer, se nedenstående beskrivelse.

Tilbudet skal mærkes: "Lindevej 29, Odense, afværgeforanstaltninger" og sendes til NIRAS, Åboulevarden 80, 8100 Århus C, att.: Jesper Steen Christensen. Til fremsendelse kan også benyttes fax: 87 32 32 70.

Tilbudet skal være NIRAS i hænde senest mandag d. 10. september 2001, kl. 12.00.

Tilbud afgives på grundlag af nærværende udbudsbrev. De bydende bedes kontrollere, at samtlige relevante informationer fremgår af det fremsendte materiale. Ved fremsendelse af tilbud attesterer den bydende for godkendelse af det modtagne materiale som værende fyldestgørende til afgivelse af bindende tilbud samt for, at materialet er gennemlæst.

Tilbudet skal omfatte samtlige ydelser og leverancer for entreprisens fuldstændige og konditions-mæssige færdiggørelse (fx glarmesterarbejde). Arbejdsforholdene skal besigtiges forud for tilbudsgivning.

Bygherren forbeholder sig ret til frit at vælge mellem de indkomne tilbud eller forkaste dem begge.

For entreprisens udførelse gælder nærværende udbudsbrev, almindelige betingelser for arbejder i bygge- og anlægsvirksomhed, AB92 samt relevante normer, standarder og bekendtgørelser m.m.

Beskrivelse af udbudt arbejde

Der ønskes leveret 2 stk. el-ventilatorer af typen Thermor, VORT15, som monteres i 2 vinduer i kælderetagen på ejendommen Lindevej 29, Odense. Ventilatorerne monteres hhv. i værkstedet (vindue længst mod depot) og i vaskerummet (vindue mod Lindevej, nærmest vaske-maskine), jf. medsendte situationsplan.

Ventilatorerne monteres med reguleringsenhed (ikke reversibel). Desuden ønskes på begge ventilatorer monteret en timetæller til registrering af driftstiden.

De beskrevne ventilatorer forhandles af THERMOR A/S, tlf. 36 70 70 29.

Der ønskes endvidere leveret 2 stk. luftindtag med rist, som monteres i 2 vinduer i kælderetagen på ejendommen Lindevej 29, Odense. Luftindtagene monteres hhv. i trappenedgangen (vindue mod indkørsel) og i depotet (vindue mod indkørsel), jf. medsendte situationsplan.

Placeringen af ventilatorer og luftindtag fremgår af medsendte situationsplan.

Bilag til udbudsbrev:

- Situationsplan over ejendommen Lindevej 29, Odense.
- Navn, adresse og telefon på grundejer, til brug for besigtigelse.

Arbejdet forventes færdiggjort senest mandag den 24. september 2001.

Eventuelle spørgsmål til udbudsbrevet kan rettes til Jesper Steen Christensen, NIRAS, tlf. 87 32 32 32.

Med venlig hilsen

NIRAS

Jesper Steen Christensen

GB

DK

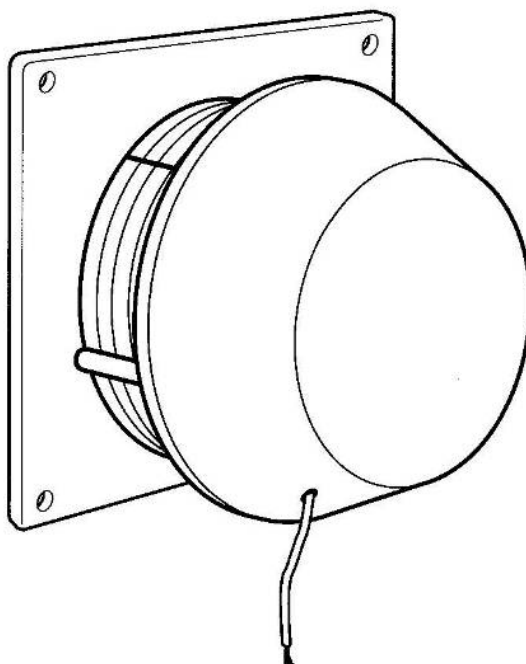
NO

SE

DE

FR

FI

**VVR
MGO**

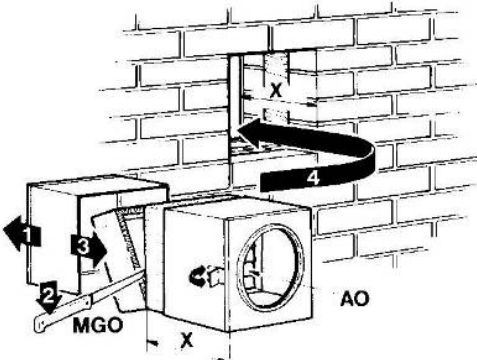
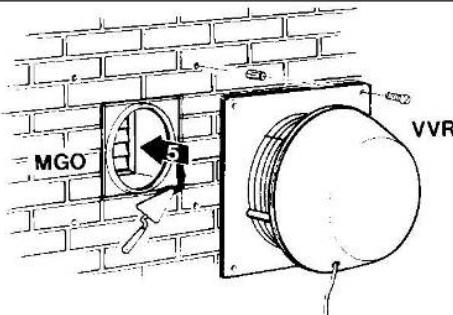
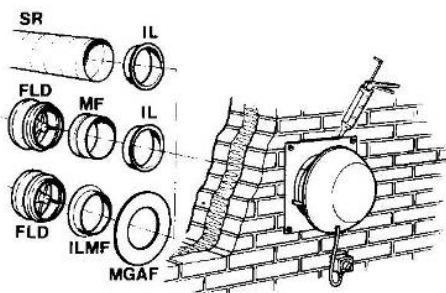
EXHAUSTO A/S
Odensevej 76
DK-5550 Langeskov
Tel. +45 65 66 12 34

Fax +45 65 66 11 10
exhausto@exhausto.dk
www.exhausto.dk

EXHAUSTO
FOR A BETTER FLOW



1. Montage - DK

Trin	Handling
	
1	Murgennemføringen MGO tilpasses på længden ved at demontere det indvendige svøb (1) og skære af isoleringen (2).
2	Svøbet monteres igen (3).
3	MGO placeres i væggen (4).
	
4	VVR holdes på plads i MGO (5).
5	Hullerne opmærkes og bores, og der monteres raw/plugs/ekspansionsbolte igennem vægflangen.
6	Der fuges rundt om MGO.
	
7	Der fuges langs vægflangen, således at vandindtrængning undgås.  Ved montage i trækonstruktioner kan der opstå resonans. Denne resonans kan fjernes ved at montere kabeltyller i montageflangens huller, før denne skrues fast.

2. EI-tilslutning

Tilslutningskabel og elkobling		Trinløst regulerbar	Skal overbelastnings-beskyttes
1-faset motor med indbygget termosikring	brun = L blå = Nreg gul/grøn = ⊕	x	
1-faset motor med potentialfri termosikring	brun = L blå = Nreg gul/grøn = ⊕ 2 x sort = potentialfri termosikring	x	x*)
3-faset motor	brun = L1 blå = L2 sort = L3 gul/grøn = ⊕		x

*) F.eks. kontaktor styret af termosikring.

Reparations-afbryder

VVR kræves ekstrabeskyttet i henhold til stærkstrømsreglementet, og der skal monteres reparationsafbryder umiddelbart foran VVR, brydende alle poler.
Min. brydeafstand 3 mm. Max. forsikring 10 Amp.

Garanti

EXHAUSTO yder 2 års fabriksgaranti på ventilatoren fra fakturadato.

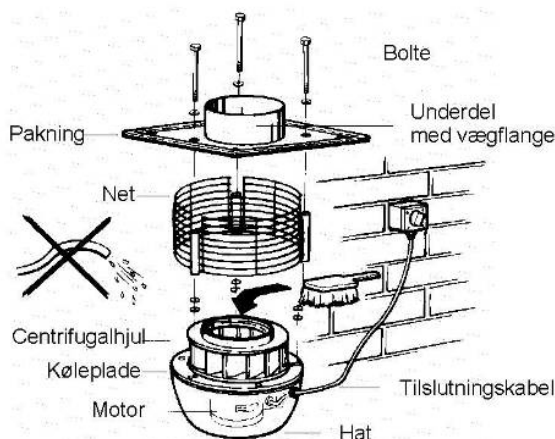
Motoren

Motoren i VVR er placeret uden for luftstrømmen og er en lukket asynkronmotor med vedligeholdelsesfri specialkuglelejer.
Eventuel udskiftning af lejerne bør kun foretages af EXHAUSTO SERVICE.

Motoren har tæthedsklasse IP54 og isoleringsklasse F (155°C).

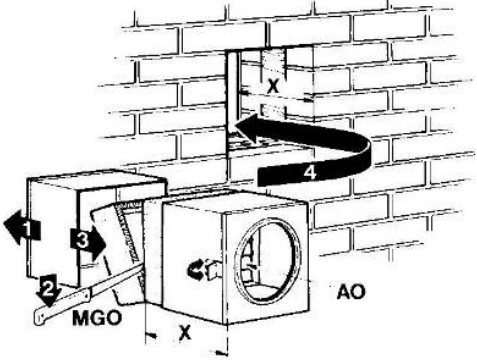
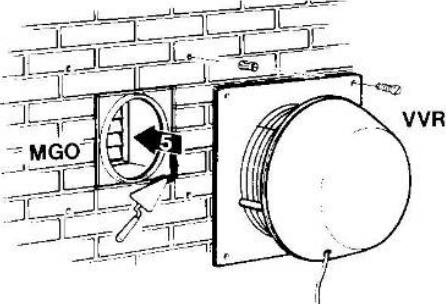
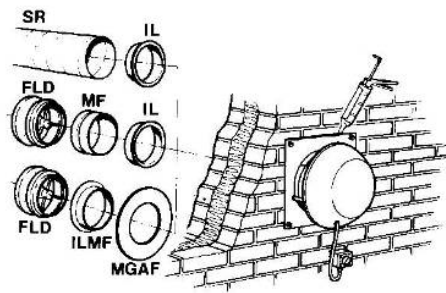
3. Rengøring

Ventilatoren rengøres efter behov ved hjælp af børste og eventuelt sæbevand.



Ventilatoren må ikke spules i denne stilling, da der er risiko for vandindtrængning i motorens lejer.

1. Montering - SE

Steg	Åtgärd
	
1	MGO anpassas på längden genom att demontera den invändiga delen (1) och skära av isoleringen (2).
2	Delen monteras igen (3)
3	MGO placeras i väggen (4).
	
4	VVR monteras på väggen (5) med expanderbult eller liknande.
5	MGO avtätas vid väggen.
	
6	För att förhindra att vatten kommer in, tätas det mellan vägg och fläkt.  Vid montage i träkonstruktioner kan resonans uppstå. Detta kan undvikas genom att montera gummibussningar i montageplåtens hål, innan denna skruvas fast.

2. Elanslutning

Anslutningskabel och elinkoppling		Steglös reglerbar	Skall överströmsskyddas
1-fas motor med inbyggd termosäkring	brun = L blå = Nreg gul/grön=⊕	x	
1-fas motor med potentialfri termosäkring	brun = L blå = Nreg gul/grön=⊕ 2 x svart = potentialfri termosäkring	x	x*)
3-fas motor	brun = L1 blå = L2 svart = L3 gul/grön=⊕		x

*) t.ex. termokontaktmotorskydd.

Motorskydd

VVR kräver motorskydd enligt gällande starkströmsföreskrifter, och omedelbart efter VVR skall en arbetsbrytare monteras som bryter alla poler.
Min. brytaravstånd 3 mm. Max. säkring 10 Amp.
Elinstallation skall utföras under överinseende av behörig elinstallatör.

Garanti

EXHAUSTO lämnar 2 års fabriksgaranti på fläkten räknat från leveransdatum.

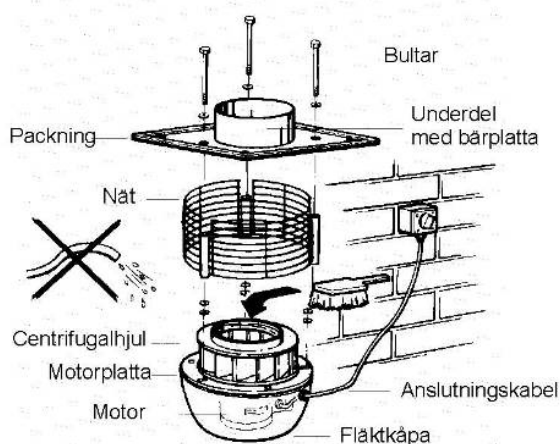
Motoren

Motorn i VVR är placerad utanför luftströmmen. Det är en stängd asynkronmotor med underhållsfria specialkullager. Eventuellt byte av lager bör endast utföras av EXHAUSTO SERVICE.

Motoren har kapslingsklass IP54 och isoleringsklass F (155°C).

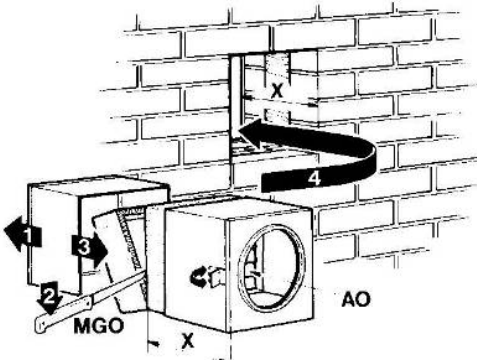
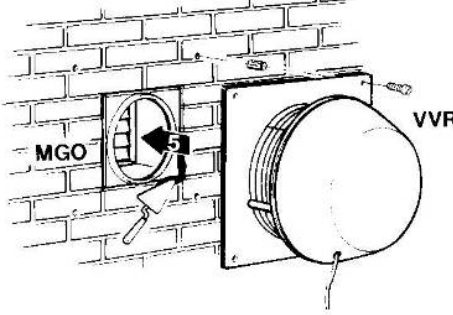
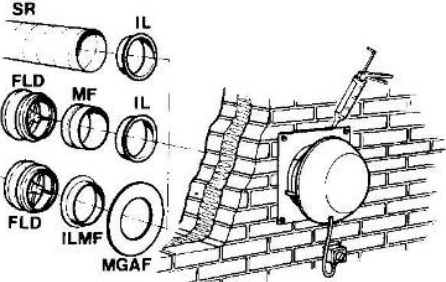
3. Rengöring

Fläkten rengöres efter behov med en borste och eventuellt såpvatten.



Fläkten får ej spolas i detta läge då vatten kan tränga in i motorlagren.

1. Montage - NO

Trinn	Handling
	
1	MGO tilpasses på legden ved å demontere den innvendige delen (1) og skjære av isoleringen (2).
2	Delen monteres igjen (3)
3	MGO plasseres i veggen (4).
	
4	VVR holdes på plass i MGO (5).
5	Hullene merkes opp, bores, og det monteres raw-plug/eksansjonsbolter igjennom veggflensen.
6	Det fuges rundt om MGO.
	
7	Det fuges langs veggflensen, slik at inntrenging av vann i veggen unngås.  Ved montasje i trekonstruksjoner kan det oppstå resonans. Denne resonansen kan fjernes ved å montere gjennomføringshylser av gummi i monteringsplatens hull, før denne skrues fast.

2. EI-tilslutning

Tilslutningskabel og elkobling		Trinnløs regulerbar	Skal overbelastnings-beskyttes
1-faset motor med innebygget termosikring	brun = L blå = Nreg gul/grøn= ⊕	x	
1-faset motor med potensialfri termosikring	brun = L blå = Nreg gul/grøn= ⊕ 2 x sort = potensialfri termosikring	x	x*)
3-faset motor	brun = L1 blå = L2 sort = L3 gul/grøn= ⊕		x

*) f.eks. kontaktor styrt av termosikring.

Reparasjonsbryter

VVR kreves ekstra beskyttet i henhold til sterkstrømsreglementet, og det skal monteres reparasjonsbryter umiddelbart foran VVR som bryter alle poler. Min. bryteavstand 3 mm. Maks. forsikring 10 Amp.

Garanti

EXHAUSTO yter 2 års fabrikkgaranti på ventilatoren fra fakturadato.

Motoren

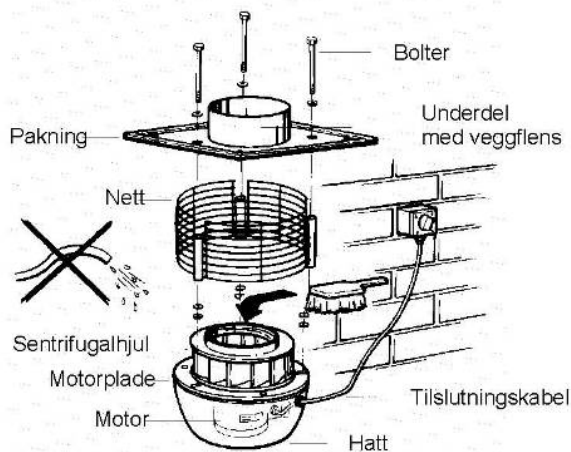
Motoren i VVR er plassert utenfor luftstrømmen. Det er en lukket asynkronmotor med vedlikeholdsfritt kulelager vedlikeholdsfrie spesialkulelagre.

Eventuelt utskifting av lagrene bør kun foretas av EXHAUSTO SERVICE.

Motoren har tetthetsklasse IP54 og isoleringsklasse F (155°C).

3. Rengjøring

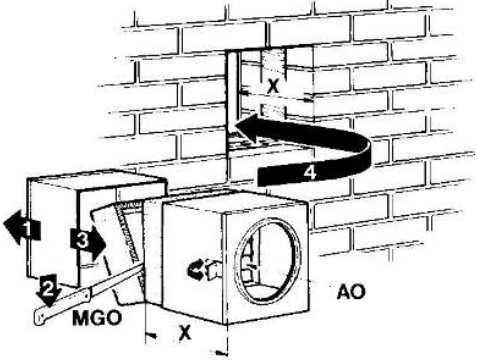
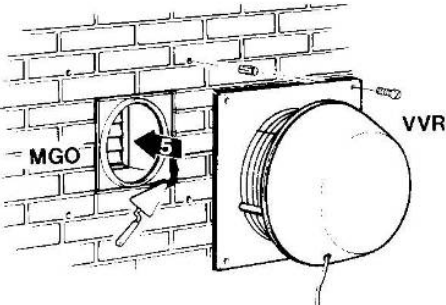
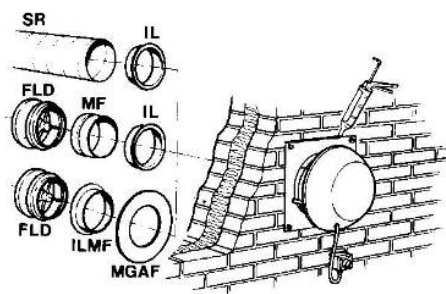
Ventilatoren rengjøres etter behov ved hjelp av børste og eventuelt såpevann.



Ventilatoren må ikke spyles i denne stillingen, da det er risiko for inn-trenging av vann i motorens lagre.



1. Montage - DE

Schritt	Vorgehen
	
1	Die Länge der Wanddurchführung MGO wird durch Demontage der inneren Hülle (1) und Abschneidung der Isolierung (2) angepaßt.
2	Die Hülle wieder montieren (3)
3	Die MGO in die Wand anbringen (4).
	
4	Der Wandventilator VVR wird in der MGO festgehalten (5).
5	Die Löcher anzeichnen und bohren, und die Mauerhohldübel/Expansionsbolzen durch den Wandflansch montieren.
6	Nachher mit einer Dichtungsmasse um die MGO herum abdichten.
	
7	Am Wandflansch entlang ist mit einer Dichtungsmasse abzudichten, um Wassereindringung zu verhindern. Bei der Montage in Holzkonstruktionen können Resonanzen auftreten, die durch die Montage von Kabeltüllen in den Bohrungen der Montageplatte verhindert werden können. 

2. Elektrischer Anschluß

Anschlußkabel und elektrische Schaltung		Stufenlos regelbar	Überlastschutz erforderlich
1-Phasen-Motor mit eingebauter Thermosicherung	braun = L blau = Nreg gelb/grün = ⊕	x	
1-Phasen-Motor mit potentialfreier Thermo- sicherung	braun = L blau = Nreg gelb/grün = ⊕ 2 x schwarz = potentialfreie Thermosicherung	x	x*)
3-Phasen-Motor	braun = L1 blau = L2 schwarz = L3 gelb/grün = ⊕		x**)

*) z.B. ein von der Thermosicherung gesteuertes Schütz.

**) Motorschutzschalter auf Motornennstrom einzustellen.

Reparaturschalter Der Starkstromvorschrift gemäß ist der VVR zusätzlich zu schützen, und unmittelbar vor dem Ventilator ist ein Reparaturschalter zu montieren, der sämtliche Pole ausschaltet. Minimaler Ausschaltabstand 3 mm. Maximale Vorsicherung = 10 A. Bei Vorhandensein einer Blitzschutzanlage ist die VDE 0185 Teil 1 und 2 zu beachten.

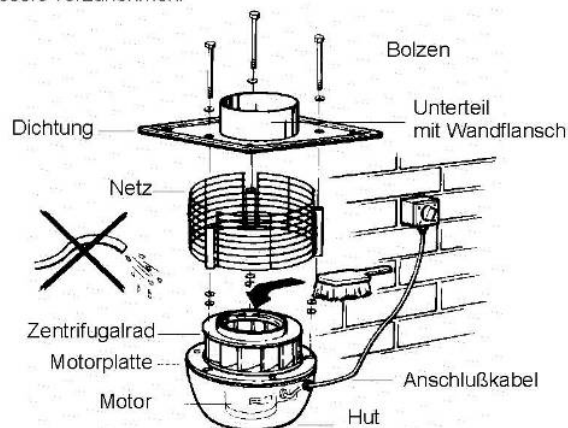
Werksgarantie EXHAUSTO leistet eine 2-jährige garantie auf den Ventilator vom Rechnungsdatum ab.

Der Motor Der Motor in VVR ist außer die Luftströmung plaziert. Es ist einen Asynchronmotor mit wartungsfreien Spezialkugellagern. Eventueller Austausch der Lager ist nur von EXHAUSTO Kundendienst vorzunehmen.

Der Motor hat schutzart IP54 und isolierungs-kategorie F (155°C).

3. Reinigung

Reinigung des Ventilators ist je nach Bedarf und mittels einer Bürste und eventuell Seifenwassers vorzunehmen.



Wenn der Ventilator auf dem Kopf steht, darf er nicht gespült werden, weil Gefahr besteht, daß Wasser in die Lager des Motors eindringen kann.

1. Installation - GB

Step	Action
1	The length of the wall duct MGO is adjustable through dismantling the inside casing (1) and cutting off some of the insulation (2).
2	Replace the casing (3).
3	Mount the MGO into the wall (4).
4	The wall fan VVR is held in the MGO (5).
5	Mark out and bore the holes and mount raw/plugs/expansion bolts through the wall flange.
6	Joint around the MGO.
7	Joint along the wall flange to prevent percolation of water into the wall.
Resonance may occur when installed in a timber construction. The source of this resonance is removed by fitting grommets in the holes of the flange prior to anchoring it down.	



2. Wiring

Connecting cable and wiring		Infinitely Variable	Requires overload protection
Singel-phased motor with integrated thermal fuse	brown = L blue = Nreg yellow/green= $\oplus$	x	
Singel-phased motor with potential-free thermal fuse	brown = L blue = Nreg yellow/green= $\oplus$ 2 x black = potential-free thermal fuse	x	x*)
Three-phased motor	brown = L1 blue = L2 black = L3 yellow/green= $\oplus$		x

*) e.g. a contactor controlled by the thermal fuse.

Repair switch

VVR requires extra protection in accordance with the power current regulations, and a repair switch is to be installed right in front of the VVR, breaking all poles.
Min. length of break 3 mm. Max. supply protection 10 Amp.

Guarantee

EXHAUSTO offers a 2 years' factory guarantee with the fan from date of invoice.

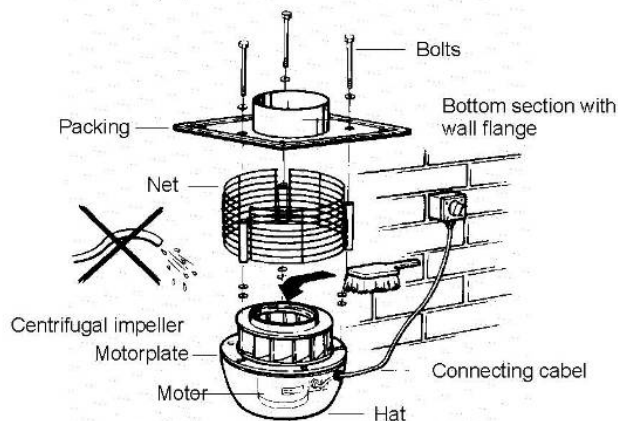
The motor

The motor in the VVR is placed outside the air current. It is a closed asynchronous motor with maintenance-free special ball bearings. If replacement of the bearings is required, this is only to be done by EXHAUSTO SERVICE.

The motor has an encapsulation class IP54 and a insulation class F (155°C).

3. Cleaning

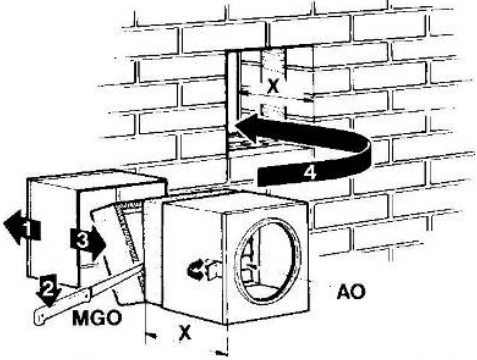
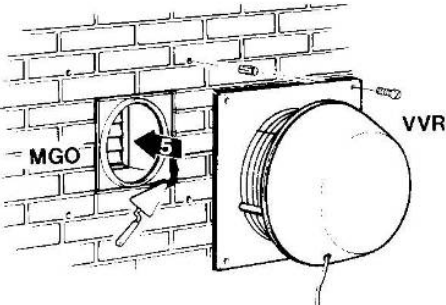
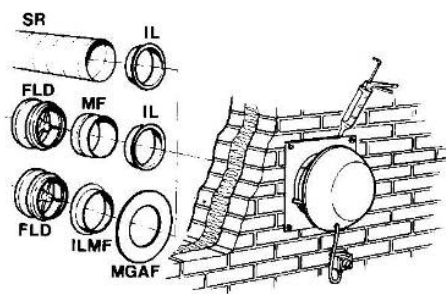
Clean the fan as required with a brush and soap water, if needed.



Do not flush the fan with water while it is standing upside down because of the risk of water running into the ball bearings in the motor.



1. Installation mécanique - FR

Stade	Action
	
1	La longueur de la MGO s'adapte en démon-tant le lien (1) et en coupant la matière calorifuge (2).
2	Remonter le lien (3)...
3	...et placer la MGO dans le mur (4).
	
4	Le VVR est maintenu en bonne position dans la MGO (5).
5	Tracer et percer les trous. Les tamponscheville/boulons expandeurs se montent à travers la collerette murale.
6	Joindre tout autour de la MGO.
	
7	Joindre au long de la collerette murale afin d'empêcher l'infiltration d'eau dans le mur.  Lors de montage dans des constructions en bois, de résonance peut se produire. Afin de supprimer cette résonans, il faut monter des douilles pour câbles dans les trous du manchon de montage avant de le visser.

2. Branchement électrique

Câble de branchement & couplage électrique		Réglage électronique continu	A protéger contre les surcharges
Moteur monophasé à coupe-circuit thermique	marron = L bleu = Nreg jaune/vert = $\oplus$	x	
Moteur monophasé à coupe-circuit thermique sans potentiel	marron = L bleu = Nreg jaune/vert = $\oplus$ 2 x noir = potentialfri termosikring	x	x ^{*)}
Moteur triphasé	marron = L1 bleu = L2 noir = L3 jaune/vert = $\oplus$		x

^{*)} par ex. contacteur commandé par le coupe-circuit thermique.

Interrupteur utilisé Le ventilateur VVR doit être pourvu d'une protection supplémentaire conformément au règlement relatif au courant haute tension. Avant le ventilateur, il faut monter un interrupteur utilisé pour l'entretien qui coupe toutes les bornes.
Distance de coupure 3 mm. Avant-fusible maximum 10 Amp.

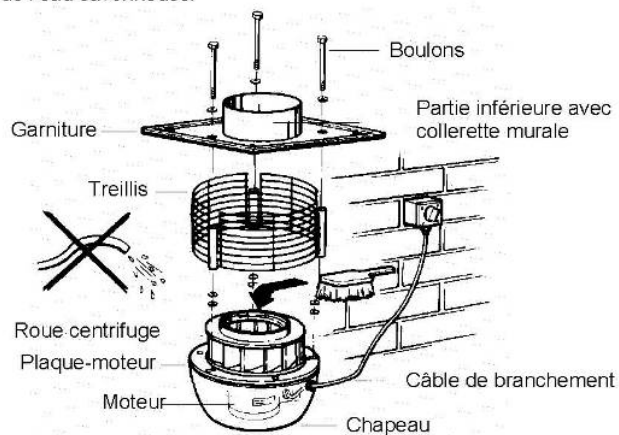
Garantie EXHAUSTO donne 2 ans de garantie usine sur le ventilateur VVR de la date de facture.

Le moteur Le moteur est placé en dehors le courant d'air. C'est un moteur asynchrone a des roulements a billes spéciaux. Tout remplacement éventuel de roulements ne doit être effectué que par EXHAUSTO SERVICE, ou par un spécialiste.

Le moteur a une classe de densité IP54 et une classe d'isolement F (155°C).

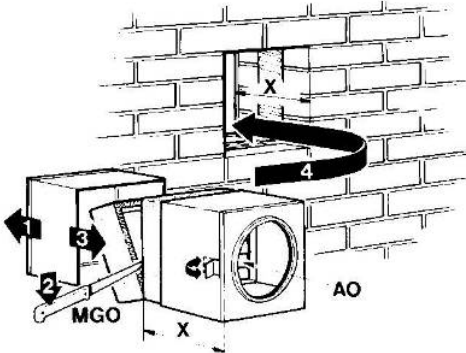
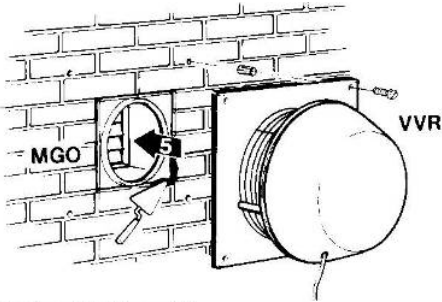
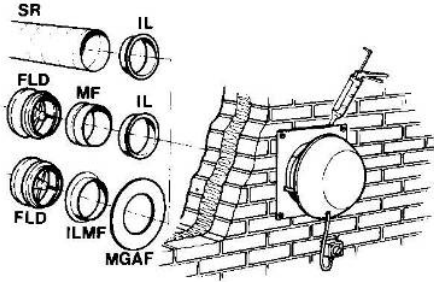
3. Nettoyage

Le nettoyage du ventilateur se fait suivant les besoins à l'aide d'une brosse et éventuellement de l'eau savonneuse.



NE PAS rincer le ventilateur en position renversée dans l'eau à cause du risque de l'infiltration d'eau dans les roulements du moteur.

1. Asennus - FI

Vaihe	Toimenpide
	
1	Sovita seinäläpiviennin MGO pituus irrottamalla sisäpuolinen vaippa (1) ja leikkaamalla eristettä (2).
2	Asenna vaippa takaisin (3).
3	Aseta MGO seinään (4).
	
4	Pida VVR paikallaan MGO:ssa (5).
5	Merkitse ja poraa reiät ja asenna sen jälkeen tulpat seinälaipan läpi.
6	Saumaa MGO:n ympärys.
	
7	Saumaa seinälaipan reunaa pitkin, jotta vesi ei pääse tunkeutumaan sisään.  Puurakenteisiin asennettaessa voi syntyä resonanssia. Resonanssi voidaan poistaa asentamalla asennuslaipan reikiin päätemuhvit, ennen kuin se ruuvataan kiinni.

2. Sähköliitäntä

Liitäntäjohto ja sähköliitäntä		Portaattomasti säädettävä	Suojattava ylikuormitukselta
1-vaihemoottori, jossa sisäänrakennettu lämpösulake	ruskea = L sininen = Nreg keltainen/vihreä = $\oplus$	x	
1-vaihemoottori, jossa jännitteetön lämpösulake	ruskea = L sininen = Nreg keltainen/vihreä = $\oplus$ 2 x musta = jännitteetön lämpösulake	x	x*)
3-vaihemoottori	ruskea = L1 sininen = L2 musta = L3 keltainen/vihreä = $\oplus$		x

*) Esim. lämpösulakkeen ohjaama kosketin.

Työ- katkaisija

VVR vaatii lisäsuojauksen vahvavirtasäädöksen mukaisesti. Kaikki navat katkaiseva työkatkaisija on asennettava välittömästi ennen VVR:ää.
Pienin katkaisuetäisyys 3 mm. Maksimivaroke 10 A.

Takuu

EXHAUSTO myöntää puhaltimelle kahden vuoden tehdastakuun laskun päiväyksestä alkaen.

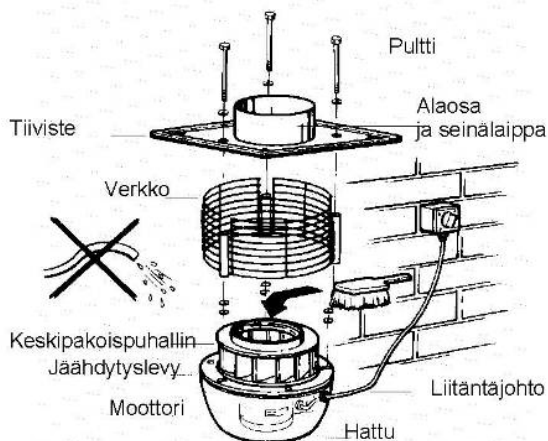
Moottori

VVR:n moottori on sijoitettu ilmavirran ulkopuolelle, ja se on suljettu epätahtimoottori, jossa on huoltovapaat erikoiskuulalaakerit.
Laakerien vaihdon saa suorittaa vain EXHAUSTO SERVICE.

Moottorin kotelointiluokitus on IP54 ja eristysluokitus F (155 °C).

3. Puhdistus

Puhallin on puhdistettava tarvittaessa harjalla ja mahdollisesti saippuavedellä.



Puhallinta ei saa huuhdella tässä asennossa, sillä vettä voi päästä moottorin laakereihin.

EXHAUSTO A/S

Odensevej 76
DK-5550 Langeskov
Tel.: +45 6566 1234
Fax: +45 6566 1110
exhausto@exhausto.dk
www.exhausto.dk

EXHAUSTO GmbH

Am Ockenheimer Graben 40
D-55411 Bingen-Kempton
Tel.: +49 6721 9178-112
Fax: +49 6721 9178-97
info@exhausto.de
www.exhausto.de

EXHAUSTO NORGE A/S

Lilleakerveien 25
N-0283 Oslo
Tel.: +47 2412 4200
Fax: +47 2412 4201
post@exhausto.no
www.exhausto.no

EXHAUSTO Ventilation Ltd.

Unit 1, Pelham Court
Pelham Place
Broadfield - Crawley
West Sussex - RH11 9SH
Tel. +44 (0) 1293 511555
Fax +44 (0) 1293 533888
info@exhausto-ventilation.co.uk
www.exhausto-ventilation.co.uk

EXHAUSTO AB

Verkstadsgatan 13
S-542 33 Mariestad
Tel.: +46 501 39 33 40
Fax: +46 501 39 33 41
info@exhausto.se
www.exhausto.se

SCAN-PRO AG

Postfach 74
CH-8117 Fällanden
Tel.: +41 43 355 34 00
Fax: +41 43 355 34 09
info@scanpro.ch
www.scanpro.ch

EXHAUSTO Suomi

Nummiperkontie 21
FI-21250 Masku
Tel.: +358 45 113 2628
Fax: +358 2 432 0013
info@exhausto-ventilation.fi
www.exhausto-ventilation.com

INATHERM B.V.

Vijzelweg 10
NL-5145 NK Waalwijk
Tel.: +31 416 317 830
Fax: +31 416 342 755
sales@inatherm.nl
www.inatherm.nl

BM Vallá hf

Stórhöfda 23
IS-110 Reykjavík
Tel.: +354 530 3400
Fax: +354 530 3401
bmvalla@bmvalla.is
www.bmvalla.is

EXHAUSTO

FOR A BETTER FLOW



Vægventilator

CBUV



Beskrivelse

CBUV er beregnet til væg eller loftmontage. Radialventilatorerne leveres som en-faset 230V motor 50 Hz, disse er færdigkablet med koblingsdåse. Ventilatorhuset er af galvaniseret plade. Motoren er af typen yder-rotor-motor med lukkede kuglelejer. Alle ventilatorer er kapslet i klasse IP44 med kanaltilslutning. Montering kan foretages i valgfri indbygningssituation. Ventilatorerne er forsynet med motorværn i form af en termokontakt, der afbryder strømmen ved for høj temperatur. Genindkobling skal ske manuelt når temperaturen er faldet (afbryd strømmen og tilslut den igen).

Trinløs regulering: 5 trins transformator VRT bør som udgangspunkt anvendes, alternativt kan den trinløse spændingsregulator CORU 15 anvendes.

Tilbehør: Beskyttelsesnet BSV og Montagekonsol MKO

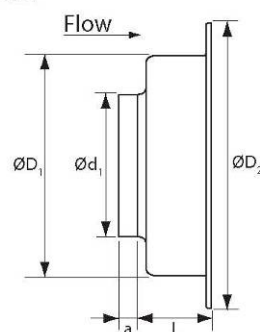
Drift: Ved fugtig luft skal ventilatoren køre konstant (det er nok med minimumshastigheden i forbindelse med omdrejningsregulering).

- Ventilatoren skal tages i brug omgående efter montage (især vigtigt i fugtige miljøer).
- Ventilatoren må ikke anvendes udendørs.
- Ventilatoren må kun anvendes til ren luft.
- Ved montage på rør, må ventilatoren ikke sidde i spænd og det anbefales at anvende montageklemme **MK** i stedet for popnitter/skruer.
- Enhver antydning af aggressive luftarter medfører omgående ødelæggelse af lejer og motor.
- Den indbyggede kondensator skal være til stede for at sikre problemfri drift og må ikke fjernes.

Bestilling

Produkt **CBUV 125 C**

Dimensioner



Nr.	Model	Ød ₁	ØD ₁	ØD ₂	a mm	L mm	m kg
1	CBUV 100 C	100	240	262	24	80	2,5
2	CBUV 125 C	125	240	262	24	80	2,5
3	CBUV 160 B	160	268	290	30	70	2,8
4	CBUV 160 C	160	342	364	26	92	4,0
5	CBUV 200 A	200	342	364	34	83	4,1
6	CBUV 200 B	200	342	364	34	83	4,8
7	CBUV 250 C	250	342	364	33	83	4,9
8	CBUV 315 B	315	400	432	34	112	5,5

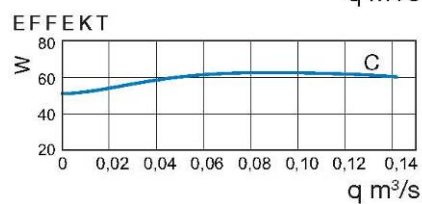
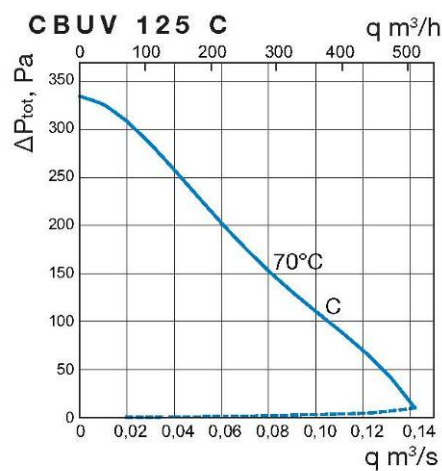
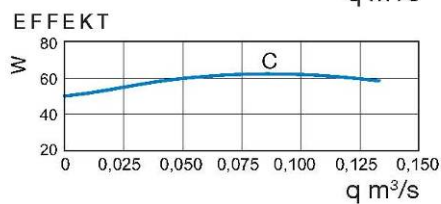
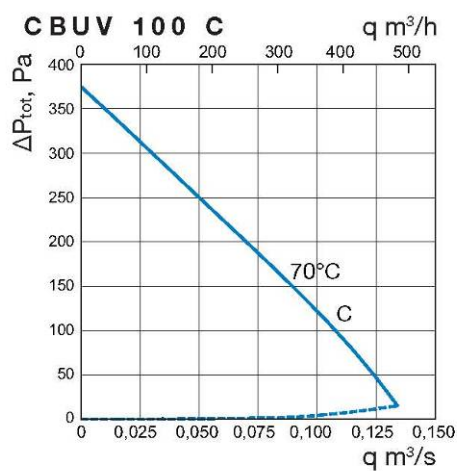
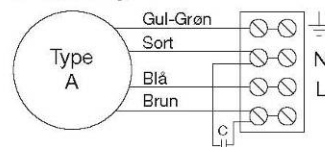
Vægventilator

CBUV

Tekniske data

Nr.	Model	Spænding V/Hz	Mærke effekt Watt	Mærke strøm Amp.	Max o/m
1.	CBUV 100 C	230 / 50Hz	62	0,27	2530
2.	CBUV 125 C	230 / 50Hz	62	0,27	2480
3.	CBUV 160 B	230 / 50Hz	62	0,27	2540
4.	CBUV 160 C	230 / 50Hz	105	0,44	2480
5.	CBUV 200 A	230 / 50Hz	115	0,51	2580
6.	CBUV 200 B	230 / 50Hz	158	0,69	2500
7.	CBUV 250 C	230 / 50Hz	192	0,84	2420
8.	CBUV 315 B	230 / 50Hz	190	0,84	2465

El-tilslutning:

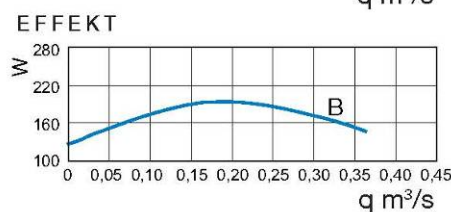
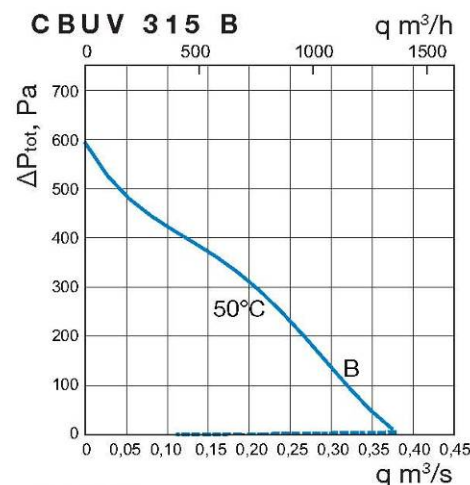
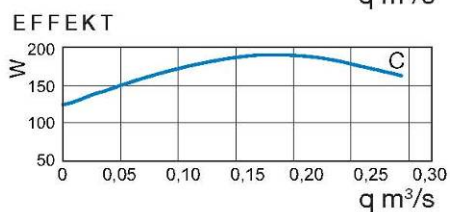
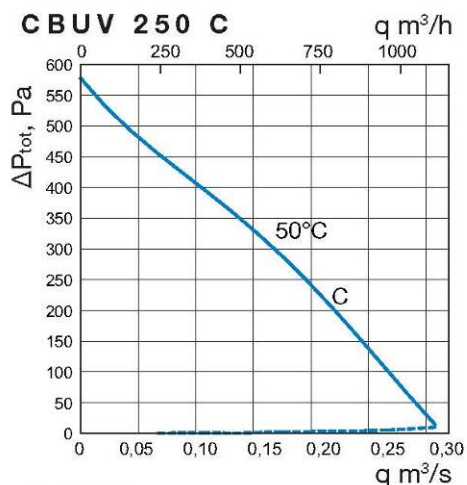
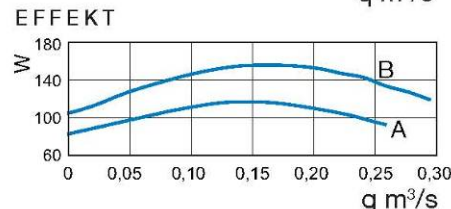
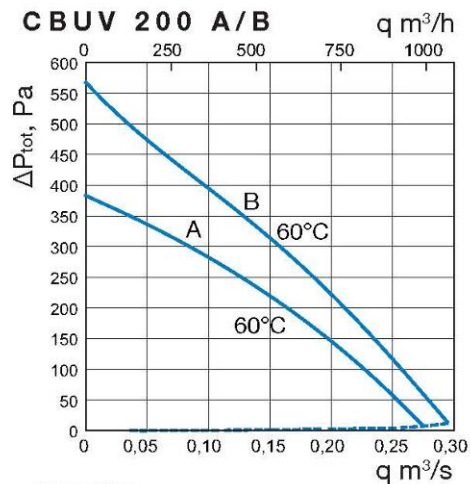
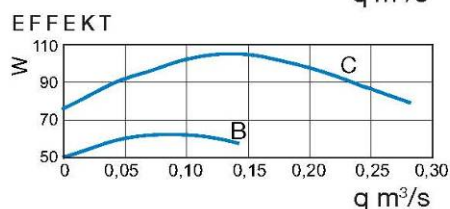
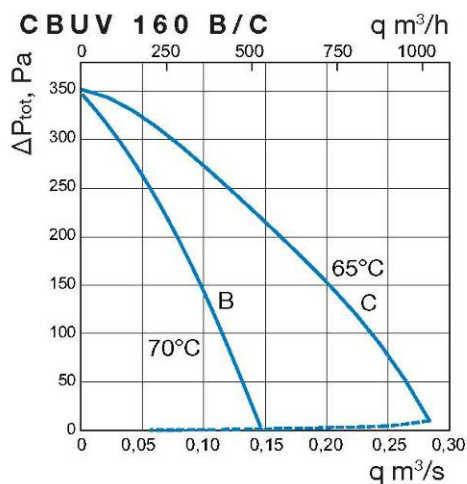




Vægventilator

CBUV

Tekniske data



Ret til ændringer forbeholdes



3



Vægventilator

CBUV

Tekniske data

Ventilator model	Volumen- strøm/ Totaltryk	Målepunkt	L _{WA} tot	L _w (dB) i Hz							
				63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
CBUV 100 C	215 m³/h 170 Pa	Omgivelse	49	60	39	49	43	44	41	43	39
		Indtag/afkast	70	76	77	75	68	65	58	51	47
CBUV 125 C	290 m³/h 145 Pa	Omgivelse	49	62	41	48	42	44	42	44	37
		Indtag/afkast	70	75	71	73	70	64	59	54	49
CBUV 160 B	250 m³/h 195 Pa	Omgivelse	49	61	40	48	43	45	43	43	33
		Indtag/afkast	69	74	70	73	68	63	57	52	49
CBUV 160 C	580 m³/h 190 Pa	Omgivelse	49	61	50	51	52	54	46	47	36
		Indtag/afkast	69	78	76	73	71	69	63	63	55
CBUV 200 A	685 m³/h 190 Pa	Omgivelse	54	60	47	51	49	50	46	47	35
		Indtag/afkast	72	78	76	73	70	66	63	64	56
CBUV 200 B	575 m³/h 300 Pa	Omgivelse	55	61	46	49	51	52	47	48	42
		Indtag/afkast	73	78	78	75	70	66	64	63	59
CBUV 250 C	575 m³/h 320 Pa	Omgivelse	56	52	54	49	53	53	48	45	41
		Indtag/afkast	74	78	75	75	70	69	68	65	61
CBUV 315 B	790 m³/h 300 Pa	Omgivelse	54	54	51	52	51	49	49	44	42
		Indtag/afkast	74	80	72	70	68	65	69	66	66

L_{WA}(A): Total A-vægtet lydeffektniveau i dB(A), ref. 10⁻¹² WL_w: Lydeffektniveau i oktavbånd i dB, ref. 10⁻¹² W

Bilag F6:

Ventilation af stueetage

Vedlagte produktblade mv. er blot eksempler på materialer/komponenter der kan anvende

DTV, DTH og VVR ***Tag- og vægventilatorer***



DTV Tagventilator
DTH Tagventilator
VVR Vægventilator



EXHAUSTO 
FOR A BETTER FLOW

Indholdsfortegnelse

Valg af motor4

DTV tagventilatorer5

- Tekniske data og målskitser 5
- Kapacitetsdata 6
- Lyddata 8

DTH tagventilatorer 10

- Tekniske data og målskitser 10
- Kapacitetsdata 11
- Lyddata 12

VVR vægventilatorer 14

- Tekniske data og målskitser 14
- Kapacitetsdata 15
- Lyddata 16
- Lyddæmpning med MGO 17
- Montage 17

Ventilatorer generelt 18

- Forudsætninger for kapacitetsdata 18
- Forudsætninger for lyddata 18
- Beregningseksempel 19
- Guide til automatik og tilbehør 20

www.exhausto.dk

- Komplet elektronisk dokumentation
- EXselect Produktvalgsprogram for professionel beregning

EXSELECT

Tag- og vægventilatorer

Anvendelse

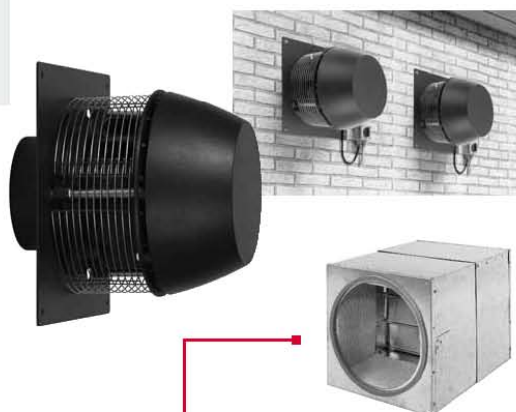
EXHAUSTO tag- og vægventilatorer anvendes til udsugningsopgaver i industri og komfortanlæg, hvor der stilles krav til minimalt energiforbrug, høj driftssikkerhed, lavt lydniveau og små omkostninger. Alle 3 produkttyper er fremstillet i støbt aluminium hvilket sikrer en problemfri drift langt ud i tiden.

DTV og DTH er en udsugningsventilator med henholdsvis vertikalt og horisontalt afkast. Ventilatoren er oplukkelig for nemmere adgang til kanalsystemet samt enklere rengøring af ventilator- hjulet.

VVR er en udsugningsventilator med et radiale afkast som anvendt sammen med murgennemføring MGO er en enkel og sikker løsning for montage på væg.

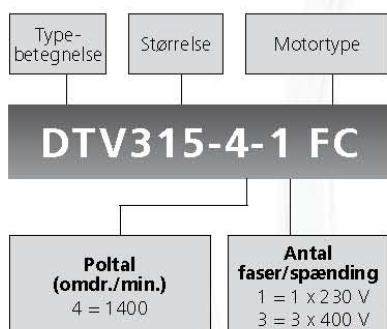
Nem adgang for service og rengøring

DTV og DTH er lette at åbne for rengøring og vedligeholdelse af ventilator, taggennemføring og kanalsystem.



Montering

VVR kan anvendes sammen med MGO murgennemføring som er opbygget af galvaniseret plade og indvendigt lyd- og kondensisoleret med 25 mm mineraluld. MGO er med indbygget overtryksspjæld som lukker når ventilatoren ikke er i drift.



EXHAUSTO 
FOR A BETTER FLOW

- en effektiv ventilationsløsning til alle formål

Stort anvendelsesområde

DTV, DTH og VVR er velegnet til ventilationsopgaver hvor der stilles krav til effektiv og driftøkonomisk ventilation.

Alle tre typer leveres i alle størrelser med trinløs regulerbar motor.

Vertikalt afkast

DTV hindrer tilsmudsning af tagfladen og nedslag af forurenset luft og giver et lavere oplevet lydniveau.

Høj virkningsgrad

Det specielt udviklede centrifugalhjul med bagudbøjede skovle giver en høj virkningsgrad og lave driftomkostninger.

Stor driftsikkerhed

Tag- og vægventilatorer med direkte drift sikrer stor driftsikkerhed.

Solid konstruktion

DTV, DTH og VVR er alle fremstillet i støbt aluminium hvilket giver høj korrosionsbestandighed.

Konstruktionen sikrer en optimal luftteknisk løsning med minimalt lydniveau – selv ved store luftmængder.

Sikkerhed

Som sikkerhed mod berøring er der monteret et rustfrit net ved centrifugalhjulet.

Til DTH kan der leveres sikkerhedswire (tilbehør) for fastgørelse, hvis montagestedet er særligt udsat, eller der er risiko for vandalisme.

Montering

DTV er konstrueret til anvendelse sammen med taggennemføring TGK, hvilket sikrer enkel og korrekt montering. Til DTH kan både anvendes TGR og TGK.

Taggennemføring TGR/TGK er med indbygget kabelgennemføring samt overtryksspjæld AOR og er forberedt for reparationsafbryder.

Taggennemføring TGR/TGK leveres med inddækning i 3 standardlængder efter taghældning og ønsket lyddæmpning.

TGR/TGK kan leveres med inddækning efter taghældning.



Valg af motor

Tekniske data generelt

Motor DTV/DTH/VVR



Det er vigtigt at vælge den rigtige størrelse tag- eller vægventilator med den rigtige motor. Samtidigt kan det anbefales, at ventilationsanlægget behovsstyres. Alle EXHAUSTO-tagventilatorer (DTV, DTH) og vægventilator (VVR) har motoren koblet direkte til centrifugalhjulet og har motoren monteret udenfor luftstrømmen.

- DTV tagventilator kan leveres med 2 forskellige motoralternativer
 - 1-faset (4-1) eller med frekvensomformer (FC)
- DTH tagventilator leveres med 1-faset motor (4-polet)
- VVR vægventilator leveres med 1-faset motor (4-polet)
- Motorerne er udført i tætningsklasse IP54, og alle materialer er mindst klasse F (155°C)
- Alle motorer har indbygget overstrømsbeskyttelse

Tekniske data FC-motor

Motor DTV



FC-motoren til DTV er en 3-faset normmotor med påmonteret frekvensomformer til 1 x 230 V tilslutning. Frekvensomformeren er udviklet og tilpasset EXHAUSTO DTV tagventilator og sikrer sammen med motoren mindst mulige driftsomkostninger.

Frekvensomformeren sikrer motoren mod overbelastning, blokering, under- og overspænding samt overtemperatur.

Frekvensomformeren er færdigprogrammeret fra EXHAUSTO til optimal drift af DTV og kræver kun nettilslutning 1 x 230 VAC og tilslutning af styresignal fra EXHAUSTO automatik EFC1P, MAC10 eller MAC11. Se beskrivelse af de forskellige styringer og deres funktioner på bagsiden.



Fordele

- En meget energibesparende motor ved behovsstyring
- Et meget stabilt omdrejningstal uafhængigt af vindpåvirkninger eller kortvarige ændringer i anlægskarakteristikken
- Kan betjenes manuelt ved hjælp af betjeningspanel EFC1P med afbryder og lineær skala fra 0-10
- Kan tilsluttes direkte styresignal fra automatik MAC10/MAC11
- Et gennemprøvet og velkendt produkt tilført ny teknologi

Tekniske data 1-faset motor

Motor DTV/DTH/VVR



De 1-fasede motorer kan vælges til tagventilatorerne DTV, DTH og VVR.

Alle udførles er 4-polede med 1.400 omdr./min. og kan spændingsreguleres direkte ved hjælp af EXHAUSTO automatik EFC15, EFC35 og MAC10 med tillægsmodul MAC10MPR.

DTV - Tekniske data og målskitser



Forudsætninger for tekniske data

Motor

4-polet = 1400 omdr./min.

Det faktiske omdrejningstal afhænger af belastningen.

Kapacitetskurver og lydtaal er de faktiske værdier.

n = nominelt omdrejningstal pr. min.

U = spænding (Volt)

I = den maksimale optagne strøm (Amp) i hele reguleringsområdet eller fuldlaststrømmen, hvis denne er størst.

P₁ = maksimale optagne effekt (Watt).

P₂ = påstemplet afgivne effekt (Watt), som er den effekt, motoren er mærket med.

Str.	Motor					Drifts- form		Overbe- lastnings- beskyttelse		Tilledning				Vægt kg	Måltabel (mm)				
	n Omdr./ min.	U Volt	I Amp	P ₁ kW	P ₂ kW	A	B	1	2	C	D	E	Længde [m]		A	BxB	CxC	D	ø E
DTV160-4-1	1400	1x230	0,14	0,04	0,01	●		●		●			0,8	11	250	310	240	70	160
DTV200-4-1	1400	1x230	0,35	0,07	0,04	●		●		●			0,8	17	280	390	310	80	200
DTV250-4-1	1400	1x230	0,8	0,16	0,09	●		●		●			1,4	25	335	485	385	100	250
DTV250-4-1FC	1600	1x230	1,4	0,21	0,18		●		●	●		●	1,6	25	385	485	385	100	250
DTV315-4-1	1400	1x230	1,8	0,37	0,25	●		●		●			1,2	35	380	580	465	115	315
DTV315-4-1FC	1600	1x230	2,7	0,44	0,37		●		●	●		●	1,7	35	435	580	465	115	315
DTV400-4-1	1400	1x230	2,9	0,60	0,40	●		●		●			1,1	45	430	650	525	130	400
DTV400-4-1FC	1600	1x230	3,7	0,85	0,75		●		●	●		●	1,6	45	465	650	525	130	400
DTV450-4-1FC	1700	1x230	9,4	1,47	1,10		●		●		●	●	1,6	65	610	650	525	220	400

Driftsform

A 1-faset motor 1 x 230 V beregnet til manuel, trinløs hastighedsregulering via EFC elektronisk hastighedsregulator eller automatisk via MAC10 med MAC10MPR konstanttrykregulator. Motoren kan også benyttes til et fast omdrejningstal (1400 omdr./min.), hvis den tilsluttes direkte til 1 x 230 V.

B Motor med indbygget frekvensomformer FC beregnet til manuel trinløs hastighedsregulering via EFC1P elektronisk hastighedsregulator eller automatisk via MAC10 eller MAC11 konstanttrykregulator.

Overbelastningsbeskyttelse

- 1 Indbygget termosikring (TP211) i motorens strømkreds.
- 2 Indbygget overbelastningsbeskyttelse i frekvensomformeren FC.

Kabeltype

- C 3 x 0,75 mm²
- D 3 x 1,0 mm²
- E 7 x 0,34 mm²

Temperatur

Opgivne data er ved t = 20 °C
Densitet = 1,2 kg/m³

Medietemperatur ved kontinuerlig drift

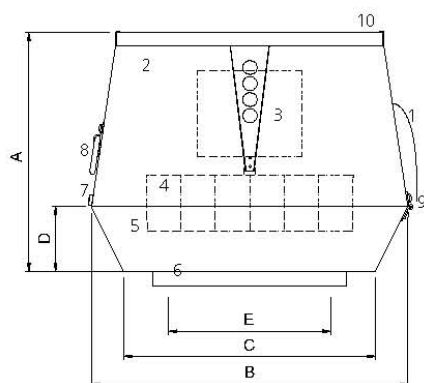
Min. -12 °C, maks. +60 °C

Omgivelsestemperatur

Maks. +40 °C

Fraluftstemperatur

DTVxxx-4-1 maks. 200 °C i 60 min.
DTVxxx-4-1FC maks. 110 °C i 60 min.



1. Tilslutningskabel
2. Toppart
3. Motor
4. Centrifugalhjul
5. Bundpart
6. Studs
7. Låseskruer
8. Håndtag
9. Hængsler
10. Net

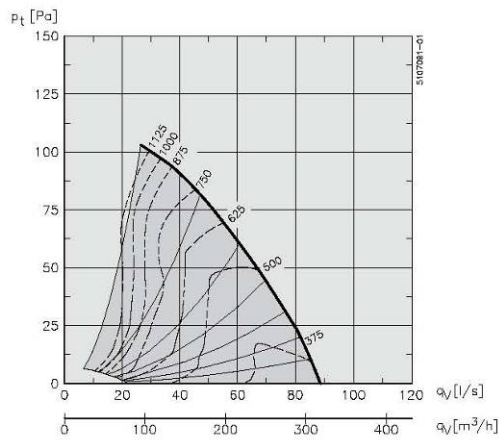


EXHAUSTO
FOR A BETTER FLOW

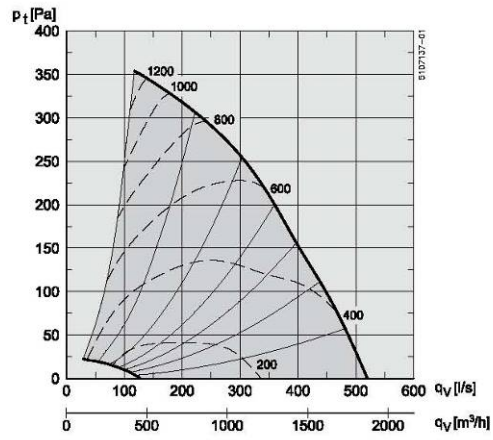


DTV Kapacitetsdata

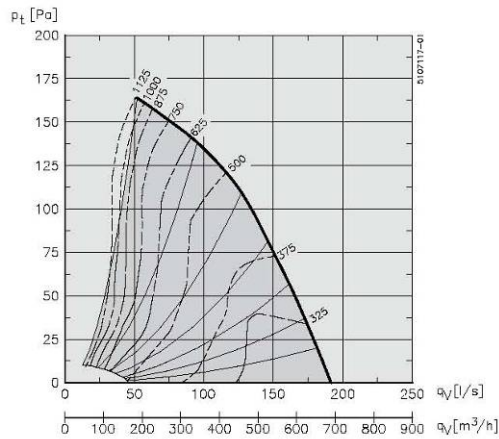
DTV160-4-1



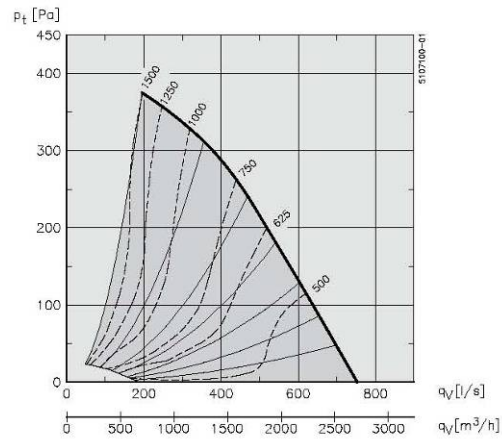
DTV250-4-1FC



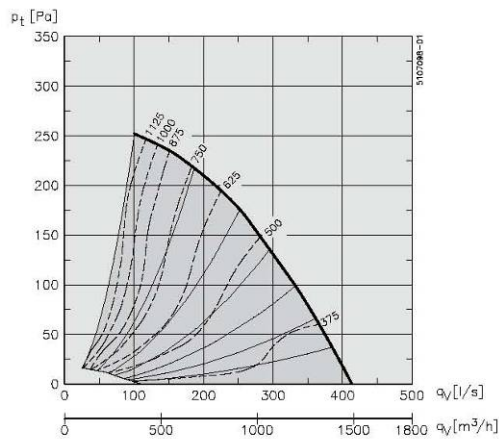
DTV200-4-1



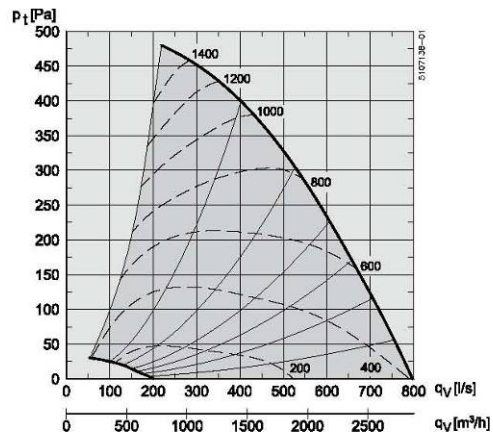
DTV315-4-1



DTV250-4-1



DTV315-4-1FC



Forudsætninger se side 18

— Kapacitetskurve

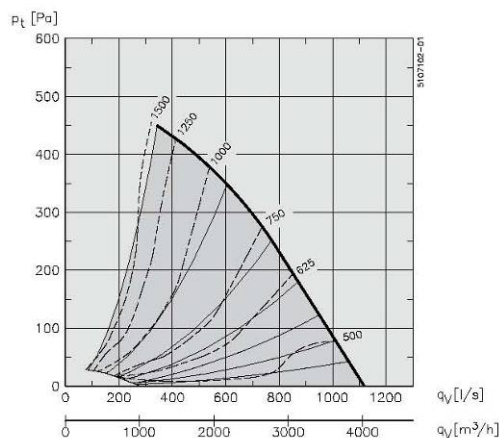
— SFP-kurve

— Arbejdslinier

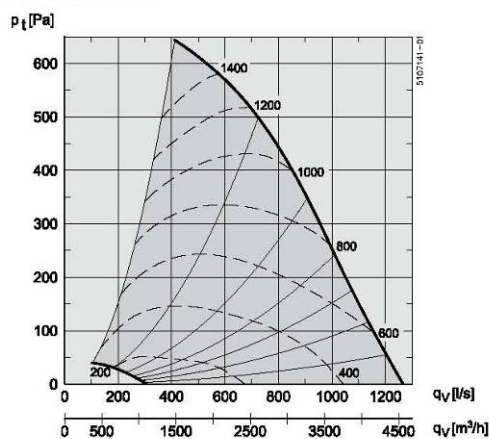


DTV Kapacitetsdata

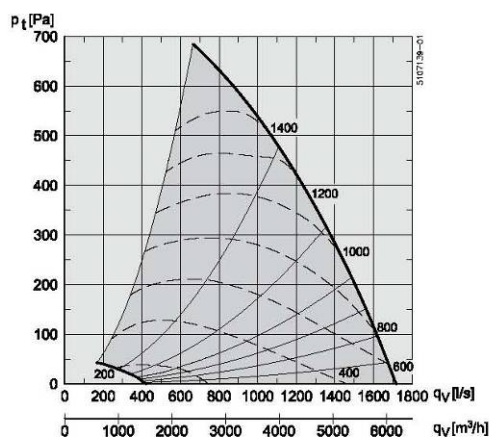
DTV400-4-1



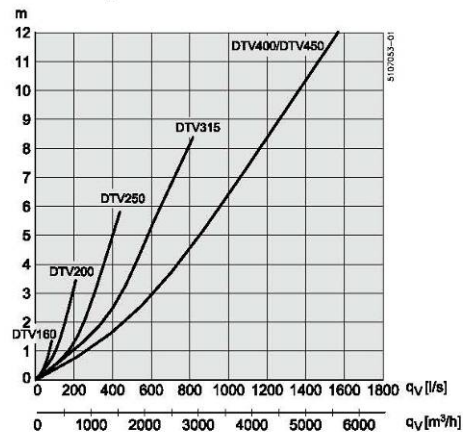
DTV400-4-1FC



DTV450-4-1FC

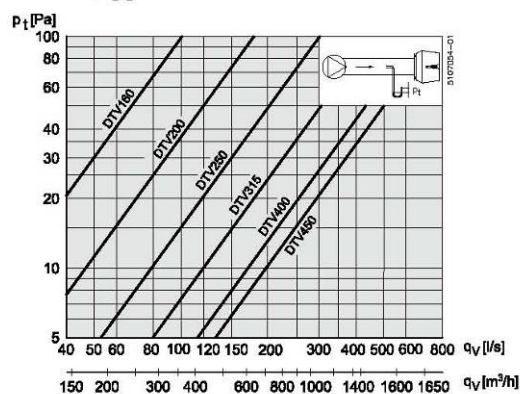


Kastelængder



Kastelængden er den afstand fra ventilatorens overside til det punkt i centerlinjen, hvor hastigheden er faldet til 2,0 m/s.

DTV Røggasmodstand

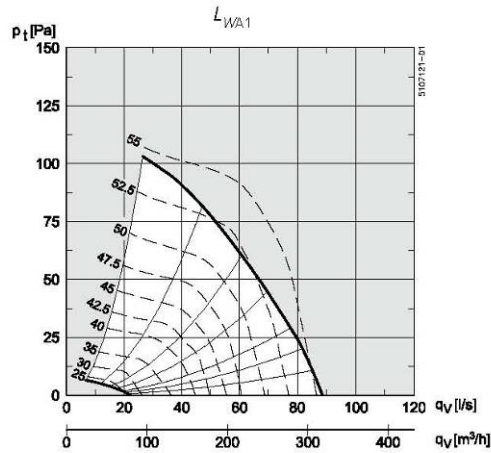


Forudsætninger se side 18

— Kapacitetskurve — SFP-kurve — Arbejdslinier

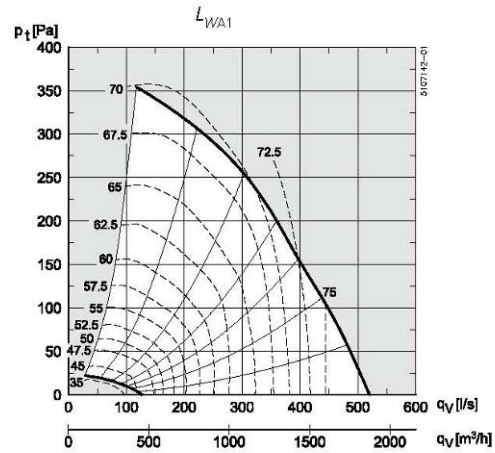
DTV Lyddata

DTV160



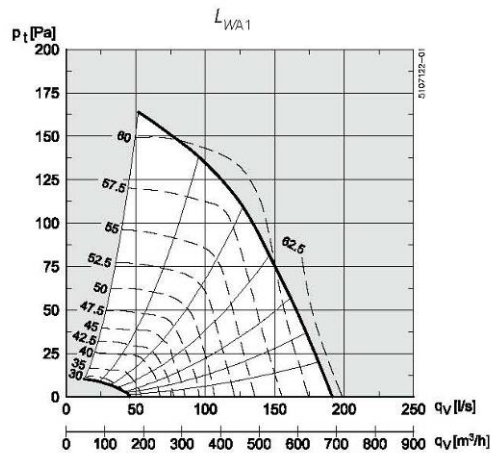
	K[dB(A)]		K _W [dB]							
	K _{WA}	K _{PA}	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 k Hz	2 k Hz	4 k Hz	8 k Hz	
L _{W1}			8	2	0	-8	-20	-27	-38	
L _{W3}	4		3	1	4	-2	-9	-19	-25	
L _{PA3}		-23								

DTV250



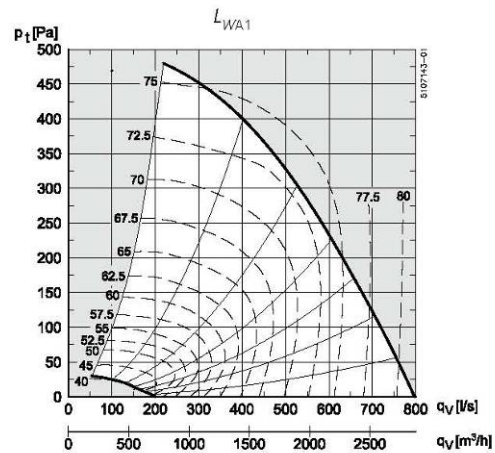
	K[dB(A)]		K _W [dB]							
	K _{WA}	K _{PA}	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 k Hz	2 k Hz	4 k Hz	8 k Hz	
L _{W1}			10	3	-2	-8	-12	-20	-26	
L _{W3}	3		0	3	1	-1	-5	-17	-21	
L _{PA3}		-25								

DTV200



	K[dB(A)]		K _W [dB]							
	K _{WA}	K _{PA}	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 k Hz	2 k Hz	4 k Hz	8 k Hz	
L _{W1}			9	3	-1	-11	-22	-29	-38	
L _{W3}	3		-3	-1	1	0	-5	-17	-24	
L _{PA3}		-25								

DTV315



	K[dB(A)]		K _W [dB]							
	K _{WA}	K _{PA}	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 k Hz	2 k Hz	4 k Hz	8 k Hz	
L _{W1}			8	2	-2	-6	-12	-20	-25	
L _{W3}	5		3	5	0	3	-3	-14	-19	
L _{PA3}		-23								

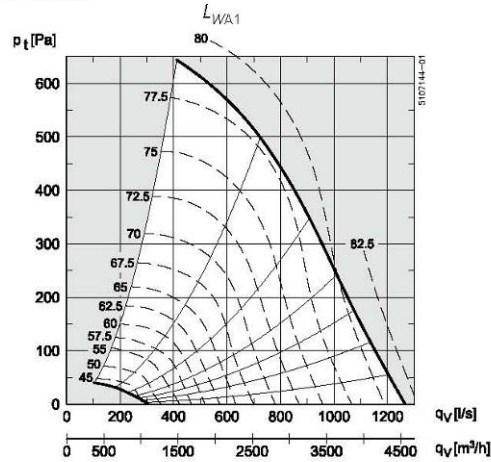
Forudsætninger se side 18

— Kapacitetskurve — L_{WA1}



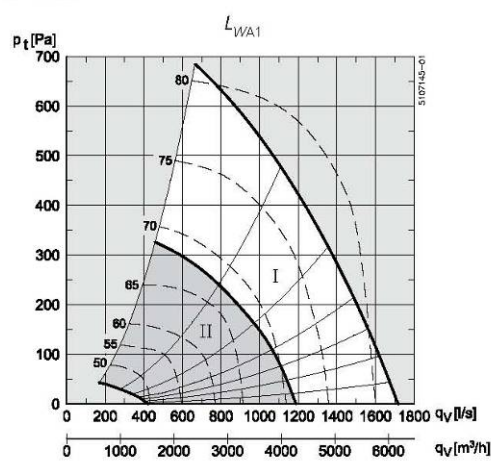
DTV Lyddata

DTV400



	K[dB(A)]		K _W [dB]						
	K _{WA}	K _{PA}	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 k Hz	2 k Hz	4 k Hz	8 k Hz
L _{W1}			7	2	-4	-4	-12	-18	-22
L _{W3}	5		2	4	-1	3	-3	-14	-19
L _{PA3}		-23							

DTV450



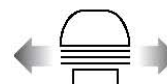
	K[dB(A)]		$K_{W[dB]}$								
	K_{WA}	K_{PA}	125 Hz		250 Hz		500	1 k	2 k	4 k	8 k
			I	II	I	II	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz
L_{W1}			3	8	4	1	-2	-6	-13	-16	-21
L_{W3}	6		0	7	8	6	-1	3	-4	-13	-20
L_{PA3}		-22									

Forudsætninger se side 18

———— Kapacitetskurve ———— L_{WA1}



DTH - Tekniske data og målskitser



Forudsætninger for tekniske data

Motor

4-polet = 1400 omdr./min.

Det faktiske omdrejningstal afhænger af belastningen.

Kapacitetskurver og lydtalet er de faktiske værdier.

n = nominelt omdrejningstal pr. min.

U = spænding (Volt)

I = den maksimale optagne strøm (Amp) i hele reguleringsområdet eller fuldlaststrømmen, hvis denne er størst.

P₁ = maksimale optagne effekt (Watt).

P₂ = påstemplet afgivne effekt (Watt), som er den effekt, motoren er mærket med.

Str.	Motor					Driftsform		Overbelastningsbeskyttelse		Tilledning*	Vægt kg	Måltabel (mm)				
	n Omdr./min.	U Volt	I Amp	P ₁ kW	P ₂ kW	A	B	1	2	Lægde [m]		A	ø B	ø C	D	ø E
DTH160-4-1	1400	1x230	0,14	0,04	0,01	●		●		0,80	9	225	290	220	70	160
DTH200-4-1	1400	1x230	0,35	0,07	0,04	●		●		1,05	13	255	365	260	70	200
DTH250-4-1	1400	1x230	0,8	0,16	0,09	●		●		1,20	20	315	465	310	80	250
DTH315-4-1	1400	1x230	1,8	0,37	0,25	●		●		1,15	28	360	550	375	80	315
DTH400-4-1	1400	1x230	2,6	0,60	0,40	●		●		1,10	40	400	645	460	80	400

* Kabeltype: 3 x 0,75 mm²

Driftsform

A 1-faset motor 1 x 230 V beregnet til manuel, trinløs hastighedsregulering via EFC elektronisk hastighedsregulator eller automatisk via MAC10 med MAC10MPR konstanttrykregulator. Motoren kan også benyttes til et fast omdrejningstal (1400 omdr./min.), hvis den tilsluttes direkte til 1 x 230 V.

B Motor med indbygget frekvensomformer FC beregnet til manuel trinløs hastighedsregulering via EFC1P elektronisk hastighedsregulator eller automatisk via MAC10 eller MAC11 konstanttrykregulator.

Overbelastningsbeskyttelse

- 1 Indbygget termosikring (TP211) i motorens strømkreds.
- 2 Indbygget overbelastningsbeskyttelse i frekvensomformeren FC.

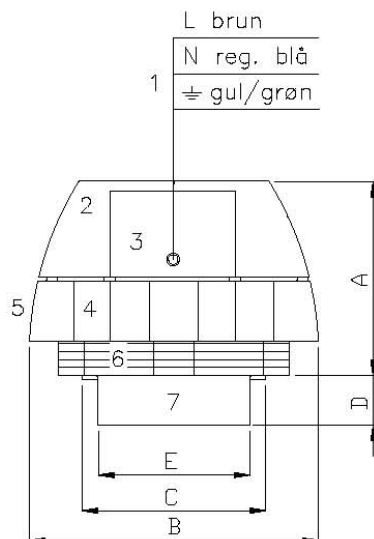
Temperatur

Opgivne data er ved t = 20 °C

Densitet = 1,2 kg/m³

Medietemperatur: min. -12 °C, max. +60 °C

Omgivelsestemperatur: max. +40 °C

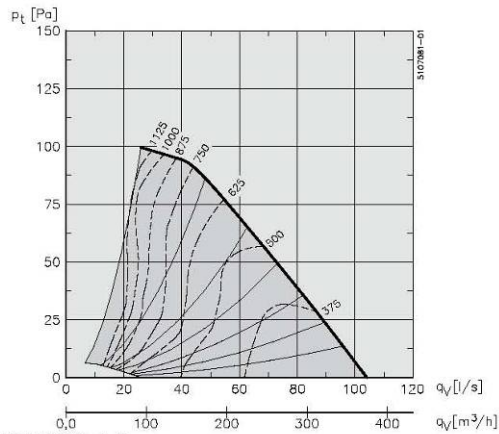


1. El-tilslutningskabel
2. Hat
3. Motor
4. Centrifugalhjul
5. Ledeplade
6. Net
7. Underdel med studs.

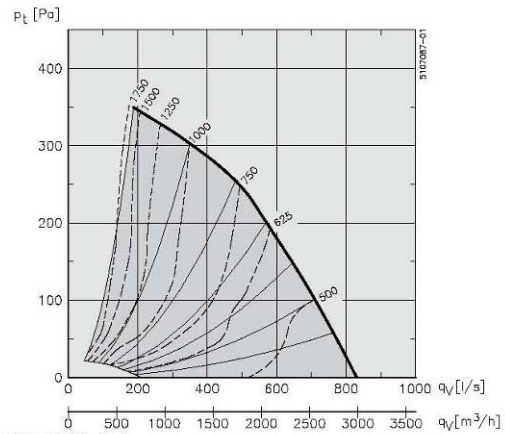


DTH - Kapacitetskurver

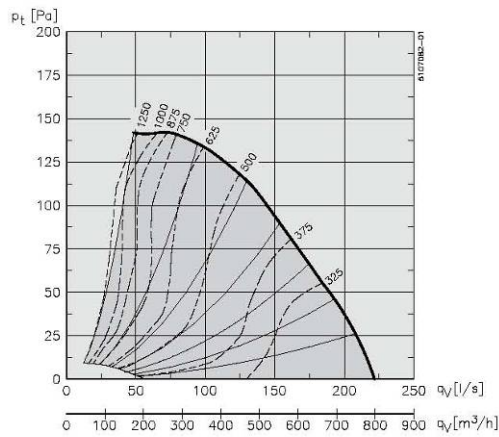
DTH160-4-1



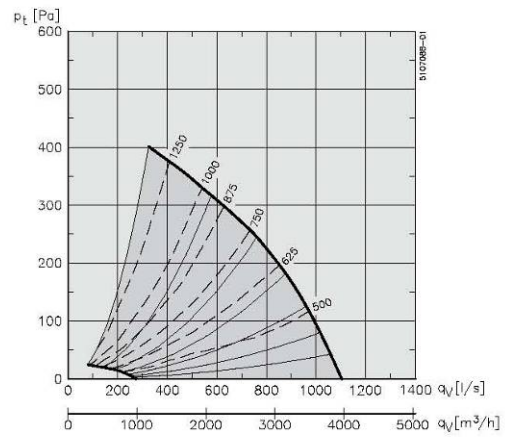
DTH315-4-1



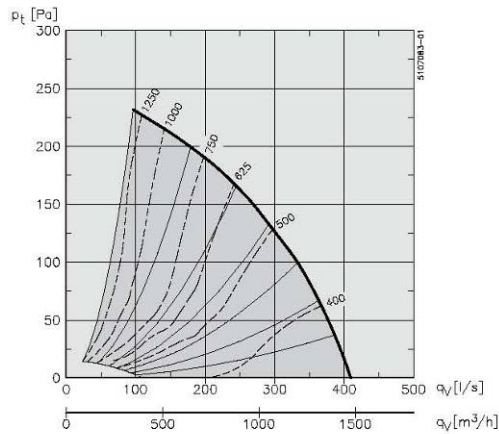
DTH200-4-1



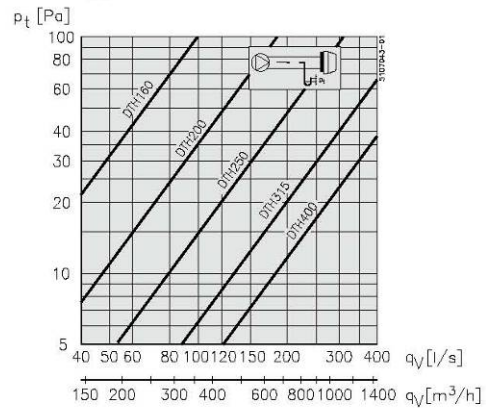
DTH400-4-1



DTH250-4-1



DTH Røggasmodstand



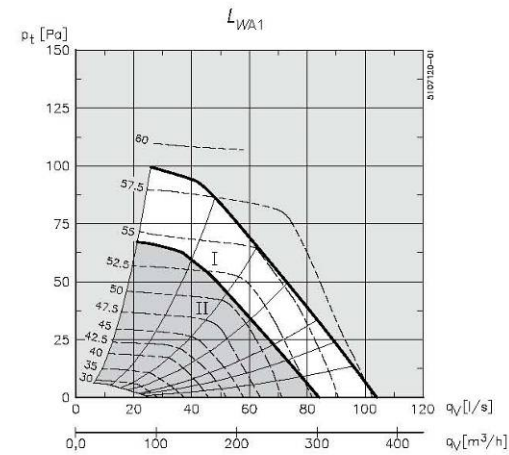
Forudsætninger se side 18

— Kapacitetskurve — SFP-kurve — Arbejdslinier



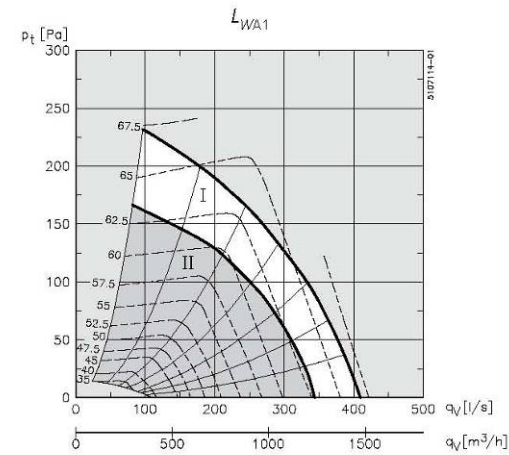
DTH - Lyddata

DTH160



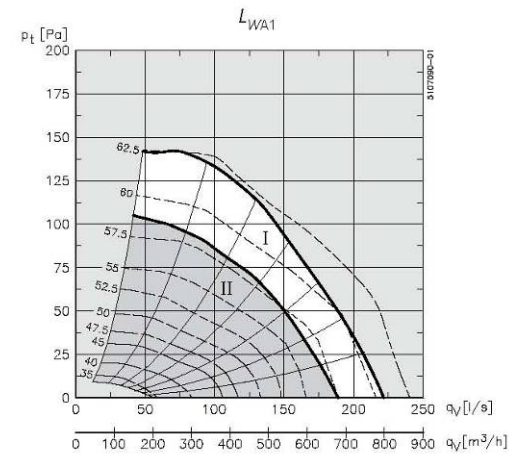
	K[dB(A)]		K _W [dB]									
	K _{WA}	K _{PA}	125 Hz		250 Hz		500	1 k	2 k	4 k	8 k	
			I	II	I	II	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	
L _{W1}	0		5	10	4	2	-1	-8	-22	-28	-36	
L _{W3}	4		-7	-4	-4	-3	-2	1	-9	-19	-26	
L _{PA3}		-25										

DTH250



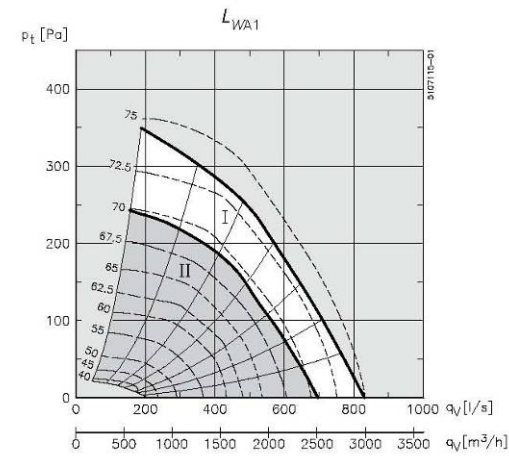
	K[dB(A)]		K _W [dB]									
	K _{WA}	K _{PA}	125 Hz		250 Hz		500	1 k	2 k	4 k	8 k	
			I	II	I	II	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	
L _{W1}	0		8	12	5	2	-4	-10	-17	-23	-33	
L _{W3}	4		-2	2	3	1	0	0	-3	-13	-18	
L _{PA3}		-24										

DTH200



	K[dB(A)]		K _W [dB]								
	K _{WA}	K _{PA}	125 Hz		250 Hz		500	1 k	2 k	4 k	8 k
			I	II	I	II	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz
L _{W1}	0		9	12	5	3	-5	-10	-20	-24	-32
L _{W3}	2		-7	-6	-4	-5	-3	-1	-6	-18	-24
L _{PA3}		-26									

DTH315



	K[dB(A)]		K _W [dB]														
	K _{WA}	K _{PA}	125 Hz		250 Hz		500	1 k	2 k	4 k	8 k						
			I	II	I	II	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	
L _{W1}	0		7	11	4	1	-4	-7	-14	-27	-33						
L _{W3}	3		-6	-2	-1	-2	-3	0	-5	-15	-20						
L _{PA3}		-25															

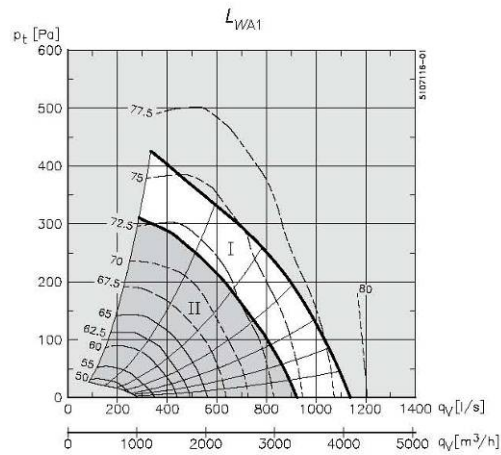
Forudsætninger se side 18

— Kapacitetskurve — L_{WA1}



DTH - Lyddata

DTH400



	K[dB(A)]		$K_{W[dB]}$								
	K_{WA}	K_{PA}	125 Hz		250 Hz		500	1 k	2 k	4 k	8 k
			I	II	I	II	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz
L_{W1}	0		5	8	2	0	-2	-6	-14	-23	-29
L_{W3}	2		-9	-5	-2	-3	-4	-1	-7	-16	-20
L_{PA3}		-26									

DTH

Forudsætninger se side 18

———— Kapacitetskurve ———— L_{WA1}

VVR - Tekniske data og målskitser



Forudsætninger for tekniske data

Motor

4-polet = 1400 omdr./min.

Det faktiske omdrejningstal afhænger af belastningen.

Kapacitetskurver og lyd tal er de faktiske værdier.

n = nominelt omdrejningstal pr. min.

U = spænding (Volt)

I = den maksimale optagne strøm (Amp) i hele reguleringsområdet eller fuldlaststrømmen, hvis denne er størst.

P₁ = maksimale optagne effekt (Watt).

P₂ = påstempet afgivne effekt (Watt), som er den effekt, motoren er mærket med.

Str.	Motor					Driftsform		Overbelastningsbeskyttelse		Tilledning*	Vægt kg	Måltabel (mm)				
	n Omdr./min.	U Volt	I Amp	P ₁ kW	P ₂ kW	A	B	1	2	Længde [m]		A	ø B	CxC	D	ø E
VVR160-4-1	1400	1x230	0,14	0,04	0,01	●		●		0,80	10	235	275	335	65	160
VVR200-4-1	1400	1x230	0,35	0,07	0,04	●		●		1,05	13	260	345	385	65	200
VVR250-4-1	1400	1x230	0,8	0,16	0,09	●		●		1,20	21	320	440	435	75	250
VVR315-4-1	1400	1x230	1,8	0,37	0,25	●		●		1,15	28	365	525	500	75	315

* Kabeltype: 3 x 0,75 mm²

Driftsform

A 1-faset motor 1 x 230 V beregnet til manuel, trinløs hastighedsregulering via EFC elektronisk hastighedsregulator eller automatisk via MAC10 med MAC10MPR konstanttrykregulator. Motoren kan også benyttes til et fast omdrejningstal (1400 omdr./min.), hvis den tilsluttes direkte til 1 x 230 V.

B Motor med indbygget frekvensomformer FC beregnet til manuel trinløs hastighedsregulering via EFC1P elektronisk hastighedsregulator eller automatisk via MAC10 eller MAC11 konstanttrykregulator.

Overbelastningsbeskyttelse

- 1 Indbygget termosikring (TP211) i motorens strømkreds.
- 2 Indbygget overbelastningsbeskyttelse i frekvensomformeren FC.

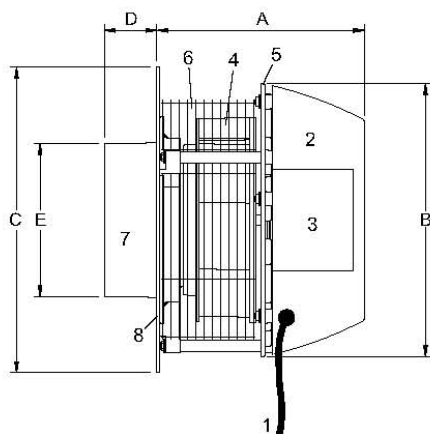
Temperatur

Opgivne data er ved t = 20 °C

Densitet = 1,2 kg/m³

Medietemperatur: min. -12 °C, max. +60 °C

Omgivelsestemperatur: max. +40 °C

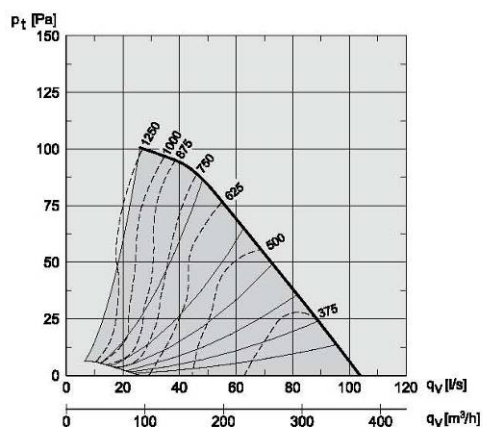


1. Eltilslutningskabel
2. Hat
3. Motor
4. Centrifugalhjul
5. Motorplade
6. Net
7. Underdel med studs
8. Vægflange

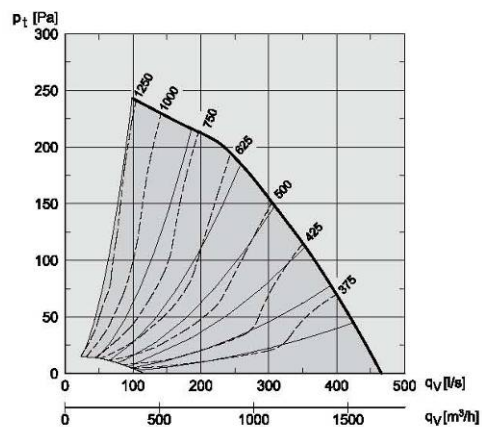


VVR - Kapacitetskurver

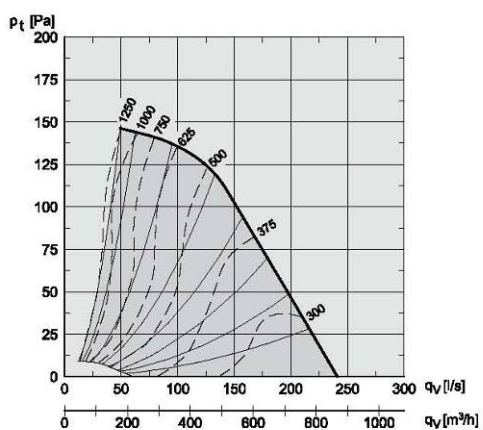
VVR160-4-1



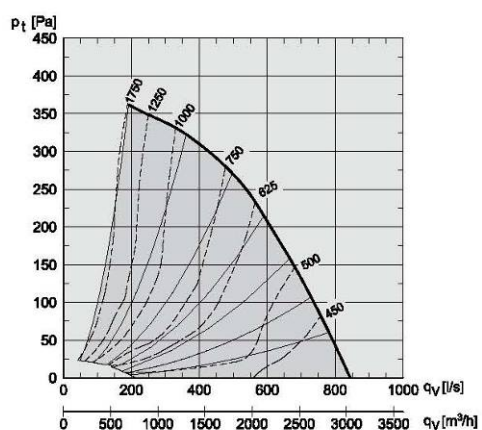
VVR250-4-1



VVR200-4-1



VVR315-4-1



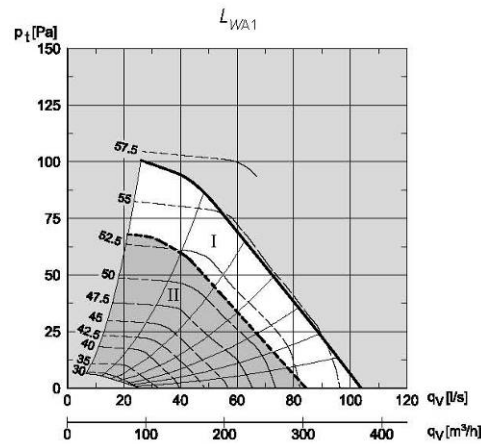
Forudsætninger se side 18

———— Kapacitetskurve ——— SFP-kurve ——— Arbejdslinier



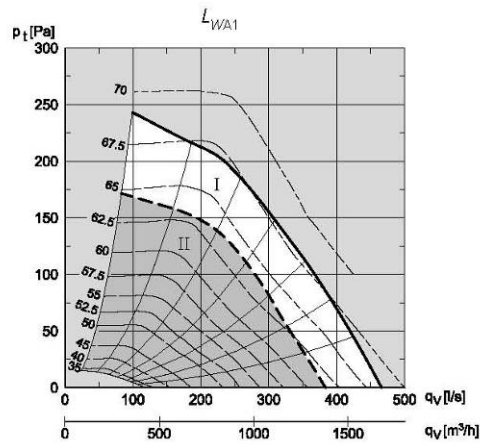
VVR - Lyddata

VVR160



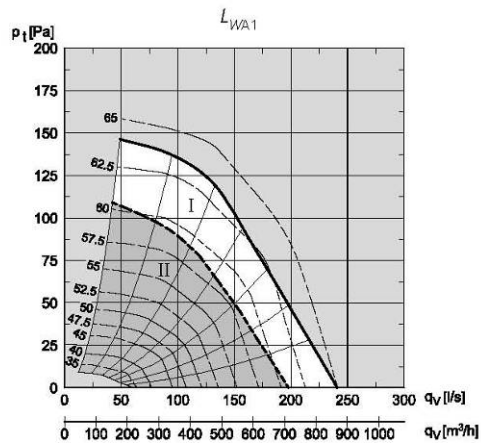
	K[dB(A)]		K _W [dB]													
	K _{WA}	K _{PA}	125 Hz		250 Hz		500	1 k	2 k	4 k	8 k					
			I	II	I	II	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz					
L _{W1}	0		7	11	4	0	-1	-7	-18	-29	-38					
L _{W3}	4		-5	-2	-3	-4	-1	3	-7	-17	-24					
L _{PA3}		-23														

VVR250



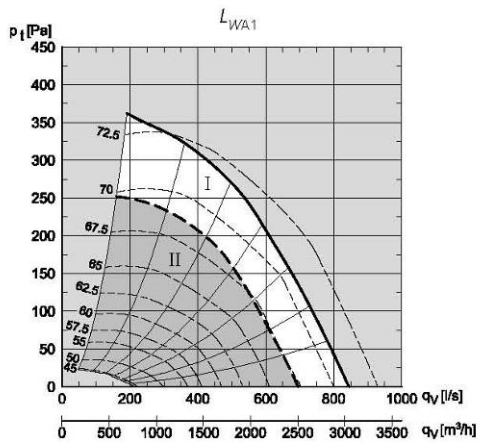
	K[dB(A)]		K _W [dB]									
	K _{WA}	K _{PA}	125 Hz		250 Hz		500	1 k	2 k	4 k	8 k	
			I	II	I	II	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	
L _{W1}	0		9	12	5	3	-4	-10	-18	-25	-31	
L _{W3}	2		-6	-1	-1	-3	-4	-2	-4	-13	-18	
L _{PA3}		-25										

VVR200



	K[dB(A)]		K _W [dB]									
	K _{WA}	K _{PA}	125 Hz		250 Hz		500	1 k	2 k	4 k	8 k	
			I	II	I	II	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	
L _{W1}	0		10	11	3	2	-2	-11	-19	-27	-33	
L _{W3}	3		-7	-6	-4	-5	-4	0	-4	-15	-21	
L _{PA3}		-24										

VVR315



	K[dB(A)]		K _W [dB]											
	K _{WA}	K _{PA}	125 Hz		250 Hz		500	1 k	2 k	4 k	8 k			
			I	II	I	II	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz			
L _{W1}	0		6	10	6	4	-5	-8	-15	-25	-30			
L _{W3}	6		-3	2	3	0	-2	4	-2	-9	-14			
L _{PA3}		-22												

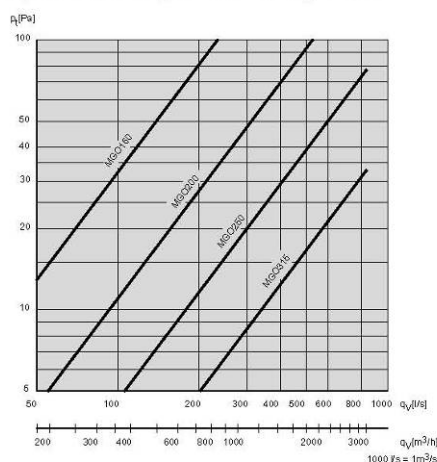
Forudsætninger se side 18

— Kapacitetskurve — L_{WA1}



VVR - Lyddæmpning med MGO

Trykfald i murgennemføring MGO



p_t = Total trykfald ved åbent overtryksspjæld.

Indsætningsdæmpning

Str.	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz	8.000 Hz
MGO160	-2	2	6	12	13	6	5
MGO200	-4	2	4	12	8	5	4
MGO250	-5	0	3	11	4	4	2
MGO315	-5	-1	1	10	4	4	3

Tolerance +/- 4 dB.

Indsætningsdæmpningen er angivet incl. lydgenereringen fra overtryksspjældet AO.

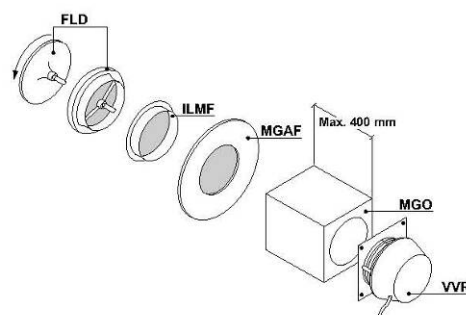
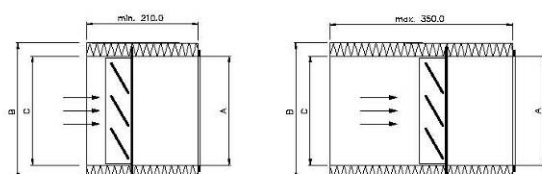
- = lydgenerering i det pågældende oktavbånd fra overtryksspjældet.

Forudsætninger:

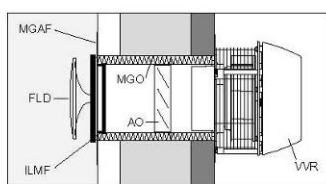
- Indsætningsdæmpningen er angivet ved en luftmængde lig 80% af max. ydelse for VVR (1.400 omdr./min.) i samme størrelse som MGO.
- VVR monteret på MGO i 350 mm's længde med overtryksspjæld.

VVR - Montage

MGO Str.	A ø mm	BxB mm	C ø mm	Vægt kg	Tilbehør		
					Diffu- sor	Afdæknings- flange	Indløbs- muffe
MGO160	165	210	165	3	FLD160	MGAF160	ILMF160
MGO200	205	260	205	4	FLD200	MGAF200	ILMF200
MGO250	255	310	255	5	FLD250	MGAF250	ILMF250
MGO315	320	360	320	6	FLD315	MGAF315	ILMF315

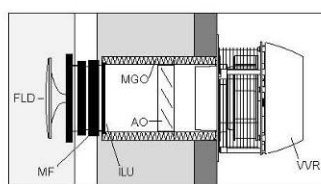


VVR



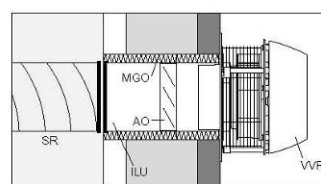
Figur 1

Når murgennemføring (MGO) afsluttes glat med indvendig mur, skal der monteres afdækningsflange (MGAF) og indløbsmuffe (ILMF), inden der afsluttes med diffusor (FLD).



Figur 2

Hvis murgennemføringen (MGO) er kortere end murens tykkelse, skal der monteres indløb (ILU) og muffe (MF) eller spirorør (SR), hvortil diffusoren fastgøres.



Figur 3

Er der langt mellem murgennemføringen (MGO) og udsugningsstedet, skal der monteres indløb (ILU), og der tilsluttes spirorør (SR).



Forudsætninger for kapacitetsdata

EXHAUSTO ventilatorer DTV, DTH og VVR er målt med et lige rør før ventilatoren med en længde svarende til 3x diameteren. Hvis denne minimumsafstand ikke opretholdes ved installationen, kan der optræde systemtryktab, hvilket der skal tages hensyn til ved projektering. Størrelsen af dette systemtryktab beregnes ud fra faglitteraturen.

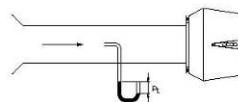
EXHAUSTO ventilatorer DTV, DTH og VVR er målt med et rør, der har samme diameter som studsene på ventilatoren. Eneste undtagelse er DTV450-4-1FC, som er målt med et Ø500 rør.

De angivne arbejdslinjer viser ventilatorens karakteristik ved nedregulering.

SFP-kurverne angiver det specifikke elforbrug i J/m³ flyttet luft gennem ventilatoren.

- Kapacitetskurve
- SFP-kurve
- Arbejdslinier

Måleopstilling



p_t = Total tryk

Temperatur = 20 °C

Densitet = 1,2 kg/m³

SFP = specifikt elforbrug til lufttransport (J/m³)

q_v = volumenstrøm (l/s)

P_1 = optagen effekt (watt)

$P_1 = SFP \times q_v \times 10^{-3}$

$P_1 = \frac{SFP (J/m^3) \times q_v (l/s)}{1.000}$

Forudsætninger for lyddata

Ventilatorerne skal monteres med lyddæmpere i kanalsystemet i henhold til de lydkrav, der er gældende i ventilatorens betjeningsområde.

For at opfylde gældende normer skal kanalsystemet isoleres af hensyn til lydudtrængning, varmetab og kondensation.

Lydeffektniveauerne anvendes som grundlag for at beregne lydtrykniveauet i ventilatorens betjeningsområde samt den nødvendige lyddæmpning i kanalsystemet.

K_W : Korrektionsværdi for beregning af lydeffekt i oktavbånd.

K_{WA} : Korrektionsværdi for beregning af A-vægtet lydeffekt.

K_{pA} : Korrektionsværdi for beregning af A-vægtet lydtryk.

L_{W1} : Lydeffektniveau dB - Reference 1 pW - Tolerance: ±3 dB.

I: Øvre driftsområde.

II: Nedre driftsområde.

L_{W1} : Lydeffektniveau til sugekanal $L_{W1} = L_{WA1} + K_W$
 L_{WA1} aflæses på kurven.

L_{W3} : Lydeffektniveau til omgivelserne $L_{W3} = L_{WA1} + K_W$
 L_{WA1} aflæses på kurven.

L_{WA3} : A-vægtet lydeffektniveau til omgivelserne.
 $L_{WA3} = L_{WA1} + K_{WA}$
 L_{WA1} aflæses på kurven.

L_{pA3} : Lydtrykniveau dB(A) i 10 meters afstand ved halvsfærisk lydudbredelse i frit felt og med isolerede tilslutningskanaler.

L_{WA1} aflæses - $L_{pA3} = L_{WA1} + K_{pA}$, lydtrykniveau i 20 meters afstand: $L_{pA3} (20 \text{ m}) = L_{pA3} (10 \text{ m}) - 6 \text{ dB}$.

Lyddata - Beregningseksempel

Beregningseksempel:

Ventilator:
DTV450-4-1FC

Aflæsning:
Aflæs L_{WA1} (suge-kanal) på kurven.
 L_{WA1} : 72 i område I

Ønsket ydelse:
 $q_v = 1100 \text{ l/s}$ (3960 m^3/h) og $P_t = 200 \text{ Pa}$

Sugeside (udeluft/udsugning):

Frekvensbånd (Hz)	125	250	500	1 K	2 K	4 K	8 K
L_{WA1} aflæst i område I	72	72	72	72	72	72	72
Korrektionsfaktor $K_{W(L_{W1})}$ aflæst i skema	3	4	-2	-6	-13	-16	-21
Lydeffektniveau sugeside L_{W1}	75	76	70	66	59	56	51

Omgivelser (lydeffekt):

Frekvensbånd (Hz)	125	250	500	1 K	2 K	4 K	8 K	dB(A)
L_{WA1} aflæst i område I	72	72	72	72	72	72	72	72
Korrektionsfaktor $K_{W(L_{W2})}$ aflæst i skema	0	8	-1	3	-4	-13	-20	6
Lydeffektniveau omgivelser L_{W2}	72	80	71	75	68	59	52	78

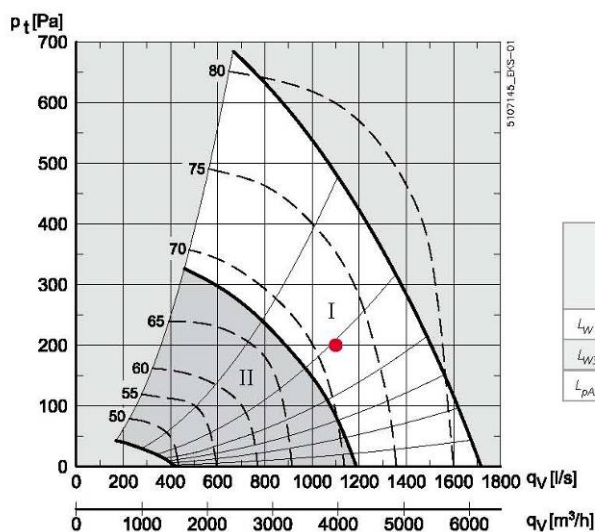
Omgivelser (lydtryk):

Vægtning	dB(A)
L_{WA1} aflæst i område I	72
Korrektionsfaktor $K_{pA(L_{W2})}$ aflæst i skema	-22
Lydtryksniveau omgivelser L_{pA3}	50

For beregning af lyddata henviser vi til vores produktvalgsprogram på www.exhausto.dk.



DTV450-4-1FC



	K[dB(A)]		$K_{W[dB]}$								
	K_{WA}	K_{pA}	125 Hz		250 Hz		500	1 k	2 k	4 k	8 k
			I	II	I	II	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz
L_{W1}			3	8	4	1	-2	-6	-13	-16	-21
L_{W3}	6		0	7	8	6	-1	3	-4	-13	-20
L_{pA3}		-22									

Ventilatorer generelt

● Beregningseksempel



Guide til automatik og tilbehør

Hastighedsregulator til 1-fasede motorer

EFC



EXHAUSTO elektroniske regulatorer EFC er udviklet til trinløs hastighedsregulering af EXHAUSTO ventilatorer. Med EFC regulatoren er det muligt trinløst at regulere motorernes omdrejningstal og derved variere ventilatorens kapacitet fra 25-100%. Regulatorerne har indbygget minimumpotentiometer, hvorved det er muligt at indstille minimumsspænding/luftmængde. EFC hastighedsregulator er DEMKO godkendte, radio-støjdæmpede og CE-mærket efter gældende regler. EFC regulatoren leveres i 4 størrelser og i forskellige udførelser.

Hastighedsregulator til FC-motorer

EFC1P



Elektronisk hastighedsregulator til FC-motorer, som kræver 0-10 V styresignal. Anvendes til manuel trinløs regulering af omdrejningstal af alle EXHAUSTO ventilatorer, der er monteret med FC-motor.

Med EFC1P kan omdrejningstallet reguleres trinløst i intervallet 25-100%

Konstanttrykregulator

MAC



EXHAUSTO konstanttrykregulatorer MAC10 og MAC11 (Multi Application Controller) er en mikroprocessorbaseret regulator, som er udviklet til trykregulering af ventilatorer med FC-motorer. Konstanttrykregulatorerne kan leveres med tilslutning af udetemperaturføler, hvorved der kan opnås udetemperaturkompensering. Til 1-faset motor benyttes MAC10 med tillægsmodul MAC10MPR. MAC11 kan leveres med integreret LONWORKS®-kommunikation for CTS-anlæg.

Murgennemføring til VVR

MGO



EXHAUSTO murgennemføring MGO er opbygget af galvaniseret plade og indvendigt lyd- og kondensisoleret med 25 mm mineraluld.

Ligeledes er der indbygget overtryksspjæld (AO), som lukker, når ventilatoren ikke er i drift og hindrer uønsket luft i at passere ind i ventilationskanalen eller rummet. MGO er indstillelig i længden fra 210-350 mm, så den kan tilpasses vægtykkelsen.

Taggennemføringer

TGR/TGK



EXHAUSTO taggennemføring TGR (rund) og TGK (kvadratisk) er specielt udviklet til EXHAUSTO tagventilatorer i en arkitektonisk helhed.

Med taggennemføringen opnås optimal lyddæmpning og samtidig et meget lille trykfald. Tagventilatoren monteres direkte på toppen af taggennemføringen. I bunden kan monteres EXHAUSTO diffusor FLD, eller taggennemføringen kan tilsluttes kanalsystem af spirorør.

Tilsammen udgør dette en optimal luftteknisk løsning med et minimalt tryktab og et lavt lydniveau selv ved store luftmængder. TGR/TGK har som standard monteret overtryksspjæld AOR. EXHAUSTO taggennemføring TGR/TGK kan leveres i 6 størrelser og 3 forskellige længder med inddækning passende til den aktuelle taghældning.

EXHAUSTO A/S
Odensevej 76
DK-5550 Langeskov

Tel. +45 65 66 12 34
Fax +45 65 66 11 10
salgdk@exhausto.dk
www.exhausto.dk

EXHAUSTO
FOR A BETTER FLOW



RIOpanel





RICpanel Comfort 10

RICpanel Comfort 10 er et helt nyt varmekoncept fra Ribe Jernindustri, der ikke blot sikrer en optimal varmeudnyttelse, men også giver frisk luft i rummet.

RICpanel Comfort 10 er baseret på, at den kolde udeluft via en friskluftkanal og et filter tvinges ned til radiatorens bund og herfra videre op gennem konvektionspladerne i radiatoren. Denne opbygning sikrer en optimal varmeoverførsel fra radiatoren til den kolde udeluft. RICpanel Comfort 10 betyder derfor ikke kun effektiv og behagelig opvarmning, men også et bedre indeklima med frisk opvarmet udeluft.

RICpanel Comfort 10 er enkel at installere både i nybyggeri og i eksisterende huse. Systemet kan desuden eftermonteres på en stor del af RICpanels konventionelle panelradiatorer.

Udvendigt kan friskluftindtaget stykles bag forskellige typer riste, der ikke risikerer bygningen.

RICpanel Comfort 10 leveres med et standard friskluftfilter, men kan også forsynes med et særligt allergenfilter.

RICpanel Comfort 10

RICpanel Comfort 10 ist ein ganz neues Heizungskonzept, dass nicht nur für eine optimale Wärmeleistung sorgt, sondern gleichzeitig zum Frischluftlieferanten wird. Frische Luft wird durch den Wandkanal von aussen angesogen, durch einen Filter in den unteren Teil des Heizkörpers geleitet und von dort durch den Heizkörper, behaglich erwärmt sowie ohne Zugbelastung, an den Raum abgegeben.

RICpanel Comfort 10 ist einfach zu montieren und eignet sich sowohl für die Anwendung bei Neubau wie Renovierungen. Das System lässt sich in vielen Fällen auch nachträglich einbauen.

Für die Aussenfassade stehen mehrere Typen Witterschutzgitter in verschiedenem Design und Farben zur Verfügung.

RICpanel Comfort 10 wird werkzeits mit einem Standardluftfilter geliefert. Einen besonderen Allergiefilter gibt es auf Anfrage.

RICpanel Comfort 10

RICpanel Comfort 10 is a new heating concept which both ensures high heating performance and fresh air to the room.

The construction is based on channelling fresh air from the outside to the bottom of the radiator and from here up through the convector plates in the radiator. This provides not only an effective heating, but also a better indoor climate based on fresh air from the outside.

RICpanel Comfort 10 can be fitted with different types of allergy filters.

RICpanel Comfort 10 is very easy to install in new projects, but it can also be easily fitted into already existing systems with RICpanel's conventional panel radiators.

The air intake canal is on the outside covered by a grill available in various types in order to suit the building.

RICpanel Comfort 10 is delivered as standard with an air filter, but can also be equipped with special allergy filter.



Aktieselskabet Ribe Jernindustri

DK-6760 Ribe · Tlf +45 75 42 02 55 · Telefax +45 76 88 22 86 · www.rio.dk

UK: Tel: 01908 221022 · Fax: 01908 222066

Tekniske data

RIOpanel Comfort 10

Funktion:

RIOpanel Comfort 10 kan installeres i alle bygninger med ud-sugningsventilation eller naturligt aftræk. Udeluften tages ind via væggennemføringen, passer filteret og ledes videre til radiatorens underkant, hvorfra den stiger op og forvarmes til en behagelig temperatur.

Montage:

Til standard væggennemføring bores minimum $\varnothing 105$ mm. Til lyddæmpet væggennemføring bores minimum $\varnothing 150$ mm. Endvidere kan leveres rektangulære gennemføringer med murstensmål (se tegning). Væghullet bør have en hældning udad på ca. 1 mm pr. 100 mm.

- Væghullets centrum skal være 140 mm fra radiatorens overkant.
- Det frie mål fra radiatorens overkant til vinduets bundstykke skal være minimum 100 mm af hensyn til rengøring og udskiftning af filter.
- Radiatorens bærebøjler skal have en afstand mellem sig på mindst 500 mm og en byggedybde på 66 mm for at comfort delen kan monteres.

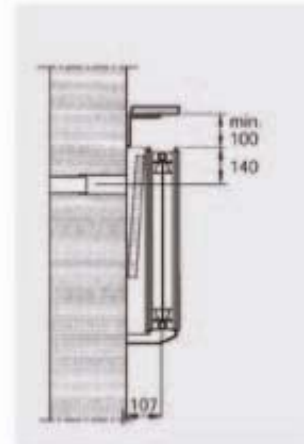
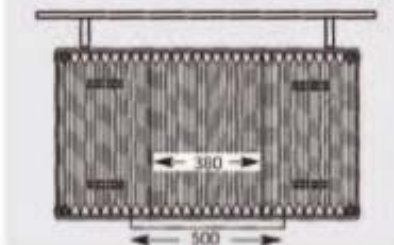
Rengøring og vedligehold:

Gennem renselågen øverst, samt nederste lem kan Comfort-delen, radiatoren og kanaler let rengøres med f.eks. en flex-slange.

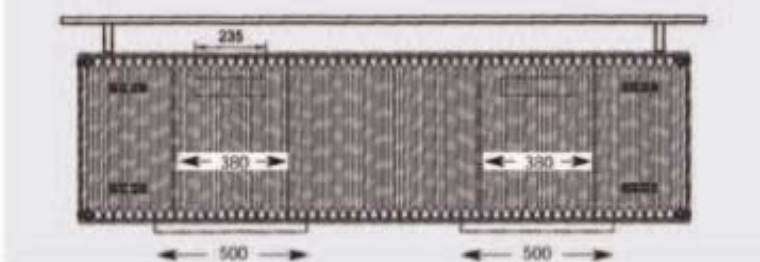
- Standardfilter (sort 10 PPf) vaskes i lunkent vand nogle gange om året.
- Allergifilter (rosa klasse EU 8) bør udskiftes én gang om året.

Intervallerne for rengøring og udskiftning af standardfiltere beror på bygningens beliggenhed.

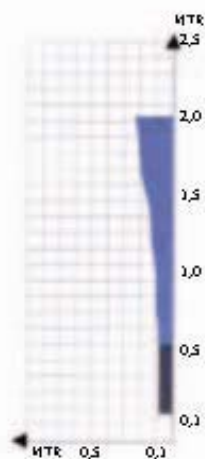
Radiator med 1 friskluftventil



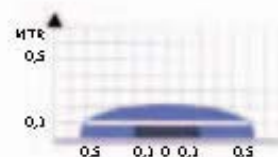
Radiator med 2 friskluftventiler



Grænseværdi for træk 0,15 m/s



Radiator set fra siden



Radiator set oppefra

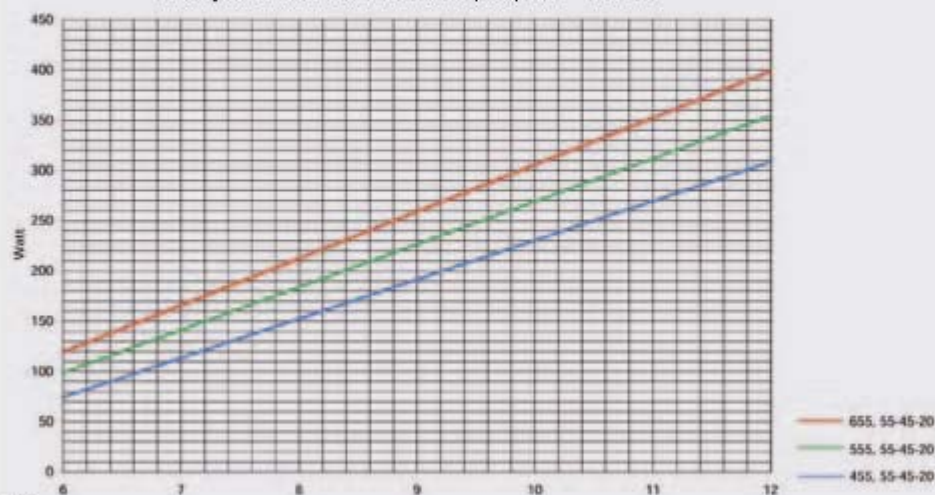
Luftmængde: 11 l/s
Udetemp.: -15° C
Drifttemp.: Δ30 (55/45/20)

I den blå zone er lufthastighed over 0,15 m/s

Tekniske data

RIOpanel Comfort 10

Out-put contribution at 55/45/20 - -15° C



Bks.:
Radiator højde: 655 mm
Luftmængde: 9 l/s
Effekttilskud: 260 Watt (afleses på Y-aksen)

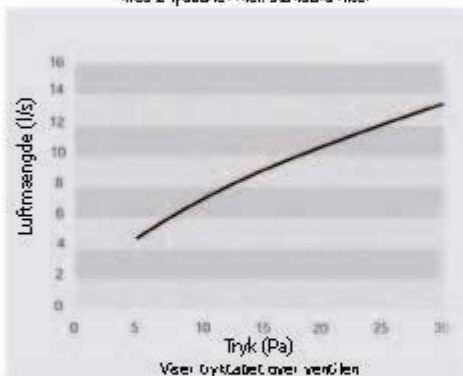
Ventilen vil give et effekttilskud på 260 watt. Dvs. en radiator med RIOpanel Comfort 10 ventil vil have en mængdelse på 260 watt ved temperatursættet 55/45/20 og en udetemperatur på -15°C.

Korrigeringskøma ved anden udetemperatur end -15° C.

Udetemp. °C	-10	-12	-14	-16	-18	-20	-22	-24	-26	-28	-30
Omregningsfaktor	0,93	0,93	0,99	1,01	1,04	1,07	1,10	1,13	1,15	1,18	1,21

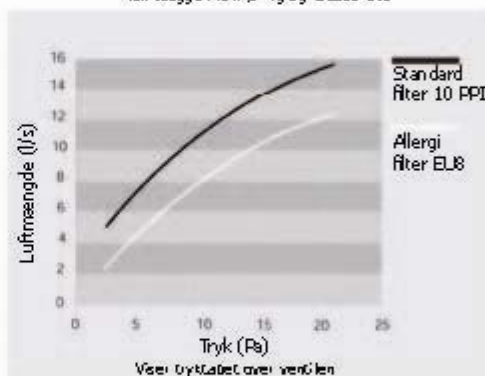
Tryktabsdiagram

ventilen med rektangulær kanal med 2 hydrauler incl. standard filter



Tryktab med standardfilter 10 PPI eller allergifilter EU 8

incl. væggenemføjning og facade røse



Ribe Jemindustri A/S

DK-6760 Ribe · Tlf +45 75 42 02 55 · Telefåx +45 76 88 22 86 · www.rio.dk

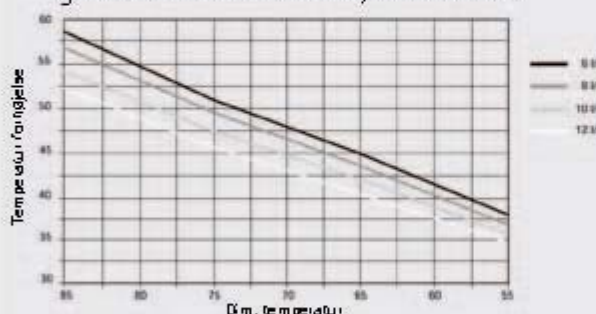
De seneste opdateringer findes på www.rio.dk

RIBEMERI

Tekniske Data

RIOpanel Comfort 10

Luftens temperatur-forhøjelse
igennem komfortradiatoren, RIO 455 PKII



Skemaet viser hvor mange grader C luften forhøjes, igennem RIOpanel Comfort 10 ventilen, i forhold til den udefra kommende luft.

Eks.:

Temperatursæt: 55/45/20
Udetemperatur: -15° C
Lufthastighed: 6 l/s
Radiator: 455 PKII

Dim. temp.:

Dim. temp. regnes ud som forskellen imellem middeltemp. over radiatoren og udetemperaturen.

Dim. temp.:

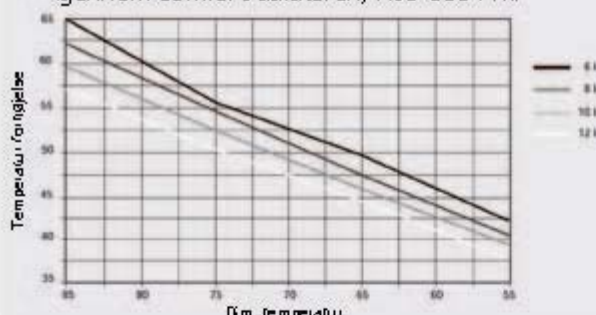
$$(55+45)/2 - (-15) = 65$$

Temperaturforhøjelse:

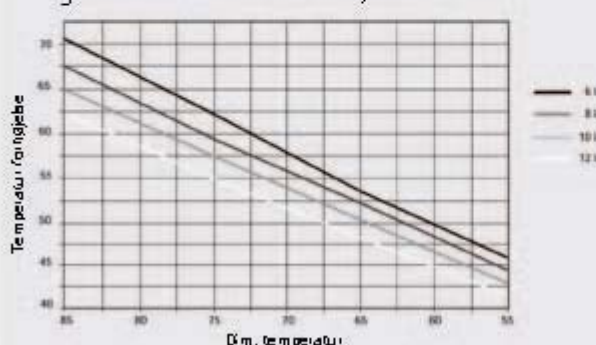
45° C (aflæses på Y-aksen)

Dvs. at luftens temperatur forhøjes 45 C igennem ventilen og luftens temperatur over radiatoren vil være 45 - 15 = 30° C

Luftens temperatur-forhøjelse
igennem komfortradiatoren, RIO 555 PKII



Luftens temperatur-forhøjelse
igennem komfortradiatoren, RIO 655 PKII



RIOpanel Comfort 10 - Friskluftventil

Article No	Description	
30110455	RIOpanel Comfort 10 RG2 455	Friskluftventil for radiator 455 PKll
30110555	RIOpanel Comfort 10 RG2 555	Friskluftventil for radiator 555 PKll
30110655	RIOpanel Comfort 10 RG2 655	Friskluftventil for radiator 655 PKll

Tilbehør

Article No	Description	
30120030	Tekt, teleskopisk lyddæmpet kanal LW330	
30120500	Væggenneføring - standard Ø100/104 500 mm	
30120105	Væggenneføring - lyddæmpet Ø100/148 400 mm	
30120161 30120185	Facaderiste rund - Aluminium Ø100/125 mm - Aluminium Ø150/175 mm	
30120300	Luftfilter - standard 10 PPI (290x370x20 mm)	
30120310	Luftfilter - allergi, klasse EU 8 (290x370x22 mm)	
30202455 30202555 30202655	Click konsol, forstærket - for radiator 455 mm - for radiator 555 mm - for radiator 655 mm	

NB! Vi fremstiller også specielt tilpassede løsninger:



Ribe Jemindustri A/S

DK-6760 Ribe · Tlf +45 75 42 02 55 · Telefax +45 76 88 22 86 · www.rio.dk

De seneste opdateringer findes på www.rio.dk

Ribe Jemindustri

Boligventilation

med et originalt Genvex anlæg



Hvorfor investere i et ventilationsanlæg?

Står valget mellem frisk luft eller energibesparelser?

Nej, for med ventilationsanlæg fra Genvex kan du få begge dele. Uanset, om du bygger nyt eller har et ældre hus, så har vi det rigtige system til dig. Problemet med at spare på energien og samtidig sikre tilstrækkelig frisk luft kan kun løses ved hjælp af ventilationsanlæg, som kan styre ventilationen. Genvex hjælper dig gerne!



Et ventilationsanlæg til boligen har tre væsentlige formål:

- at sikre ren indeluft,
- at sænke fugtigheden i luften,
- at spare energi.

Lukker man vinduet op, lukker man varmen ud

Varmetab i forbindelse med naturlig ventilation (udluftning) kan udgøre mere end 50 % af det samlede varmeforbrug i et hus. Derfor er sparepotentialet højt. Og det betyder kontante fordele for dig.

Huset skal også kunne ånde

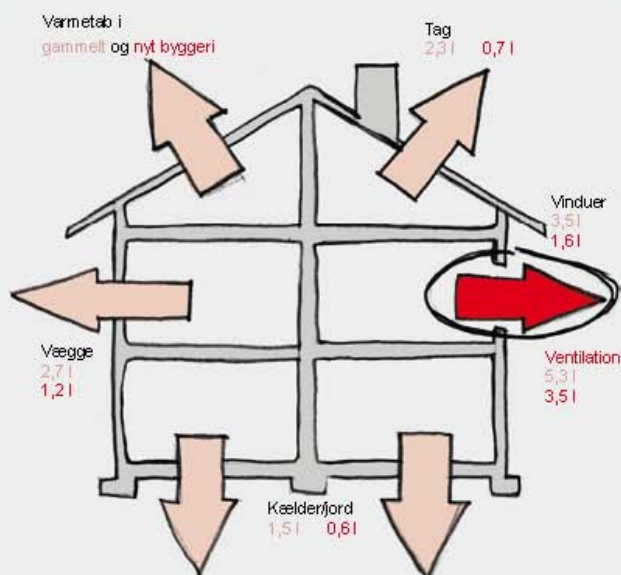
Lavenergihuse eller bygninger, som er bygget eller renoveret i henhold til de regler om energibesparelse, der er vedtaget i de europæiske lande, skal være udført med tætte fuger. Kun på den måde kan man sikre, at energitabet til omgivelserne kan holdes på et lavt niveau, at der bruges mindre energi og at dine udgifter til energi kan mindskes. Til gengæld forhindrer man derved også et naturligt luftskifte gennem sprækker, fuger, utætte vinduer og døre. Konsekvensen er, at man får et dårligt indeklima med for høj luftfugtighed, for store mængder kuldioxid (CO₂) og andre sundhedsskadelige stoffer samt skimmelsvamp.

For dem, der bor i huset, er det ensbetydende med utilpashed og i værste fald allergi. For huset er det ensbetydende med skader på huset, og at husets værdi falder.

Disse problemer kan ganske vist afhjælpes ved at åbne vinduerne, men derved forsvinder den energibesparelse, man har opnået, ud i den blå luft.

Varmen ryger ud

Grafikken viser, hvor stor en andel af det samlede energibehov til opvarmning i et hus, som ryger ud gennem husets klimaskærm. Det viser, hvor meget man hvert år fyrer for fuglene udtrykt i liter fyringsolie pr. m². Både for ældre og nye huse gælder det, at de største energibesparelser kan opnås med ventilation. De oplysninger, som gælder for ældre huse er vist med rosa, mens oplysningerne for et moderne hus med lavt energiforbrug er vist med rødt.



Ret til tekniske ændringer forbeholdes © Genvex A/S

Når man ventilerer, skal man gøre det rigtigt!

Vi opholder os alle sammen gennemsnitligt inden døre i over 90 % af tiden. Det viser, hvor vigtigt det er med en styret ventilation af boligen.

Masser af frisk luft og masser af energibesparelser!

Et ventilationsanlæg med varmegenvinding er ud over isoleringen og et moderne varmeanlæg en nødvendig del i tætte boliger med lavt energiforbrug. Kun et ventilationsanlæg giver mulighed for et optimalt luftskifte og dermed et godt indeklima på en energi rigtig måde.

Indeluften kan indeholde mange ting

Fordampning fra lak, maling, plastmaterialer, møbler, tæpper, vinduer og døre samt at der fra rengøringsmidler hænger stoffer i luften. Dertil kommer bakterier og små organismer fra husdyr samt støvmider, som trives når fugtigheden er høj i boligen.

Ventilationsanlæg giver et sundere indeklima

Op til 80 % af de stoffer, der udløser allergier, kan elimineres ved hjælp af et ventilationsanlæg.

Ventilationsmetoder	Problematik
Ventilation gennem fuger: Luftskiftet mellem den indvendige og den udvendige side af et hus sker gennem utætheder (f.eks. vinduesfuger) i bygningen.	- Dette sker ikke ved nutidens tætte huse - Træk - Kan ikke styres - Der opstår skader på huset på grund af høj fugtighed
Permanent ventilation: Permanent ventilation gennem åbninger direkte til det fri, f.eks. åbne vinduer	- Akkumling af rummene - Stort energitab - Støj, støv, pollen, insekter etc., der kommer ind udefra
Kortvarige, kraftige udluftninger: Regelmæssig udluftning med korte mellemrum, f.eks. 2 min, 10 min	- Hensigtsmæssigt ud fra et økologisk synspunkt, men giver træk og varmetab - Støj, støv, pollen, insekter etc., der kommer ind udefra - Skal helst ske regelmæssigt (også om natten) hver anden time

Løsningen

Et Genvex ventilationsanlæg

De vigtigste fordele ved et Genvex ventilationsanlæg



Skader på bygningen (f.eks. på grund af skimmelsvamp) forhindres takket være den optimale affugtning af huset.



Specielle luftfiltre holder huset og rummene fri for støv og lignende partikler, pollen, insekter etc.



Sundhed og veltilpashed takket være frisk og ren luft uden for høj luftfugtighed og uden støjgener.



Husstøvmider kan ikke eksistere, bl.a. på grund af den reducerede luftfugtighed.



Der er ingen kold luft, ingen der fryser og ingen træk, som når man lukker vinduerne op for at lufte ud.



Lavere energikoster takket være varmegenvinding og udnyttelse af overskudsvarme til opvarmning og evt. varmt brugsvand.



De gældende regler vedrørende energiforbrug kan meget nemmere overholdes.

Masser af frisk luft og lave energiudgifter

Ventilationsanlæg fra Genvex med varmegenvinding er den optimale løsning, når det drejer sig om at sikre en energimæssig fornuftig og kontrolleret ventilation af både nye og renoverede huse.

Ventilationsanlæg

Med et ventilationsanlæg suges der udeluft ind vha. en ventilator og luften filtreres for støv, sundhedsskadelige stoffer og pollen. Gennem en varmeveksler får indblæsningsluften tilført varme fra udsugningsluften uden dufte fra udsugningsluften. Herefter fordeles luften til de enkelte opholdsrum via et kanalsystem. Et andet kanalsystem fører den fugtige og dårlige luft ud fra de våde rum gennem varmeveksleren, hvor den afgiver varmen til den kolde, friske udeluft og videre til det fri.

Lavere udgifter til opvarmning takket være varmegenvinding

Varmegenvinding betyder, at den varme der er i udsugningsluften, overføres til indblæsningsluften via en varmeveksler. På den måde genvindes op til 95% af varmeenergien fra den brugte indeluft.



Ventilationsanlæg fra Genvex er den rigtige løsning

Hvordan fungerer balanceret ventilation?

Den rene, filtrerede indblæsningsluft føres via et kanalsystem til de rum hvor der skal tilføres frisk luft (opholdsrum og soveværelse). Derfra strømmer luften gennem „overstrømningsområdet“ (entre, hall, gang) ind i de fugtproducerende rum (køkken, badeværelse, toilet, bryggers), hvorfra luften suges ud og føres via kanalsystemet til Genvex anlægget, hvor varmen genvindes og derefter ledes den afkølede brugte luft ud til det fri.

Typiske rum med frisklufttilførsel kan f.eks. være stuer, arbejdsværelser, soveværelser og børneværelser, hvor der er behov for frisk luft. Ved balanceret ventilation filtreres luften, der suges ind udefra, i et filter. På udsugningssiden passerer luften gennem et filter for at beskytte anlæggets komponenter mod urenheder. På den måde mindskes mængden af støvpartikler i friskluften og i afkastluften væsentligt.

Valg af opstillingssted

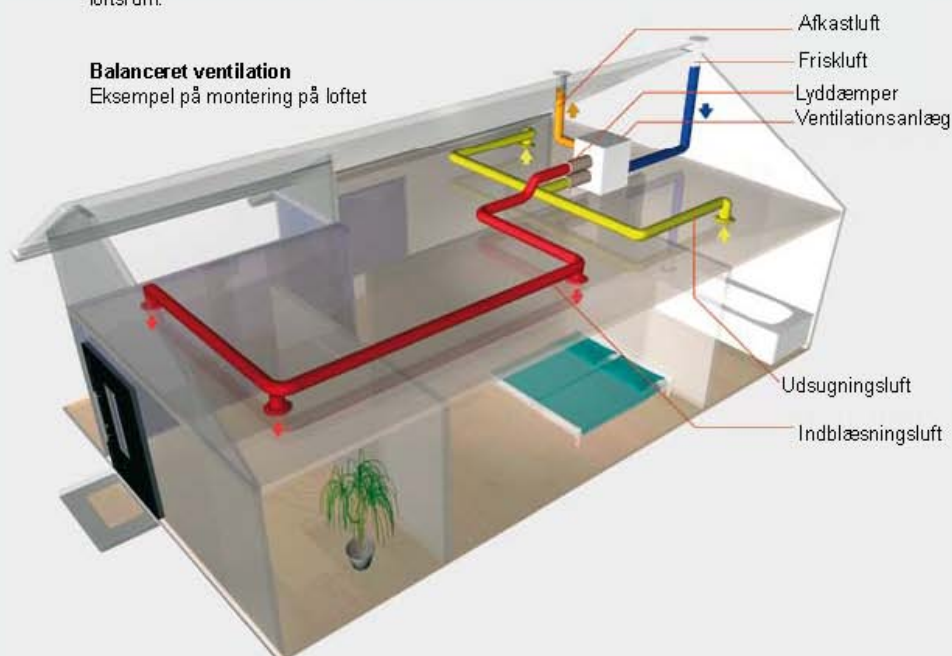
Genvex-ventilationsanlæg kan afhængig af model fåes med kanaltilslutning foroven og/eller med kanaltilslutning i siden. Anlæg med tilslutning foroven er velegnede til opstilling i den nederste del af et hus (kælder, viktualierum, bryggers). Anlæg med tilslutning i siden er specielt velegnede til opstilling på loftsrum.

Balanceret ventilation

Eksempel på montering på loftet



Områder hvor der fjernes luft, er f.eks. køkken, badeværelse eller bryggers. Det er fugtproducerende rum. Den fugtige, varme og lugtbelastede udsugningsluft strømmer hen til ventilationsanlægget, hvor varmen fra udsugningsluften overføres til indblæsningsluften og derefter kastes udsugningsluften bort til det fri. Uden at partikler kan overføres til indblæsningsluften.



Ventilation og varmegenvinding



Sænk dine energiudgifter ved hjælp af ventilation!

Selv om det i første omgang kan lyde som en selvmodsigelse, så kan Genvex gøre det muligt: Ved hjælp af ventilationsanlæg fra Genvex kan du genvinde masser af varme uden at bruge meget energi på det. De højeffektive modstrømsvarmevekslere har en virkningsgrad på op til 95 % og sikrer, at varmen ikke ryger ud, når der ventileres. Da de to luftstrømme (friskluft og udsugningsluft) er hermetisk adskilte, kan de ikke blandes med hinanden.

Til at genvinde varmen fra udsugningsluften bruges der såkaldte pladevarmevekslere. Der findes flere forskellige typer f.eks. kryds- og modstrømsvarmevekslere.

En varmeveksler består af en række plader. De to luftstrømme strømmer forbi disse plader på hver deres side. Varmen overføres via pladen fra den varme til den kolde side. De to luftstrømme skal holdes adskilt fra hinanden, for at hindre, at der kommer lugte fra udsugningsluften over i indblæsningsluften. Varmegenvindingsgraden for krydsvarmevekslere ligger mellem ca. 55 og 65%. Modstrømsvarmevekslere har virkningsgrader på op til 95%. Alle såkaldte „passive“ ventilationsanlæg fra Genvex er med modstrømsvarmevekslere.



Ventilationsanlæg med modstrømsvarmeveksler

Passive Genvex anlæg med modstrøms-varmeveksler

Genvex kan tilbyde en hel serie af ventilation-sanlæg med modstrømsvarmevekslere. Serien af anlæg er udviklet specielt for at spare energi og derfor er seriens navn energy.

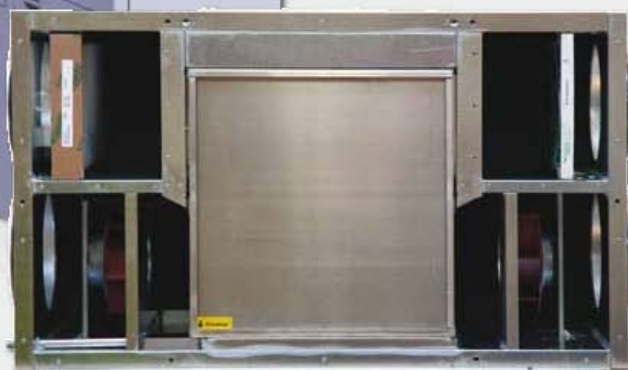
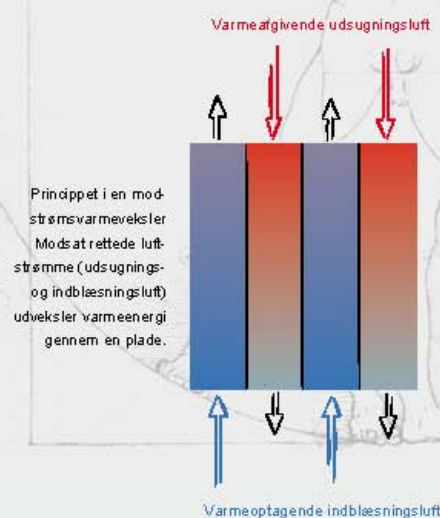
GE Energy serien er ventilationsanlæg til montage på loft.

GES Energy serien er ventilationsanlæg til montage på væg eller i et skab m.m.

GEU Energy serien er ventilationsanlæg til montage under loft.

Ventilationsanlæg med modstrøms-varmeveksler

- Balanceret ventilation
- Maksimale volumenstrømme fra ca. 200 til 800 m³/h
- Varmegenvinding i en modstrømsvarmeveksler



Ventilation, opvarmning og køling med GE/S Premium aggregaterne



Ventilationsanlæg med luft/luft-varmepumpe

Med denne serie opnår du optimal komfort og energieffektivitet. Den rene indblæsningsluft og den brugte udsugningsluft føres via plader, der er adskilt fra hinanden, på tværs af hinanden gennem en varmeveksler. Herved overføres op til 95% af varmen fra udsugningsluften til indblæsningsluften, og dernæst genvindes restenergien i udsugningsluften af varmepumpen, som efteropvarmer indblæsningsluften (eller køler om sommeren).

Lamelvarmevekslerne i den bagved monterede varmepumpe overtager selve opvarmnings- og kølefunktionen. Ved hjælp af denne kombination af varmepumpe og modstrømsvarmeveksler er det muligt at komme op på effektfaktorer på op til 5, således at man med 1 kW el opnår en varmeeffekt på op til 5 kW. Dermed udnyttes energieffektiviteten bedst muligt.

Seriens af anlæg er specielt udviklet for at spare energi med et ekstremt højt komfort niveau, og derfor er seriens navn Premium.

Premium serien har præcis de samme høje energi besparelser som energy serien, og har derud over en indbygget varmepumpe der kan tilføre boligen varme om vinteren og køling om sommeren.

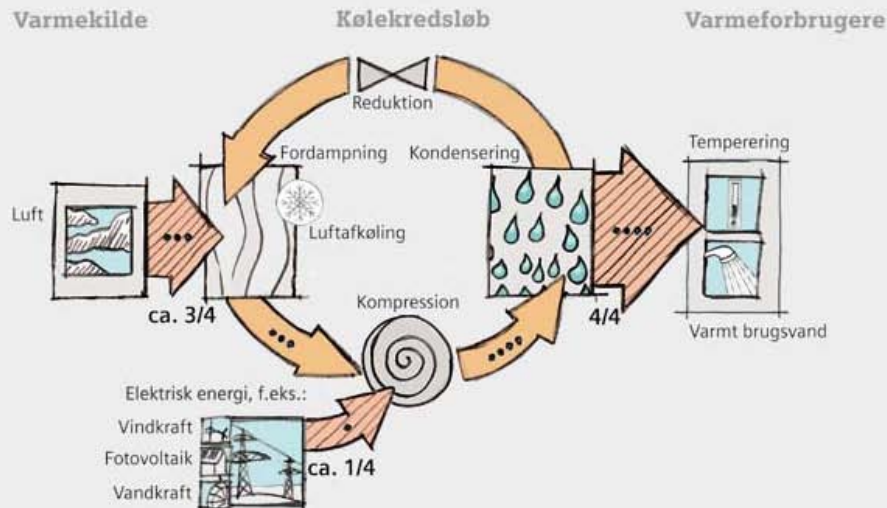
GE Premium serien er ventilationsanlæg med reversibel varmepumpe, der kan varme om vinteren og køle om sommeren. Er beregnet til montage på loft.

GES Premium serien er ventilationsanlæg der kan varme om vinteren, men ikke køle om sommeren. Er beregnet til montage på gulv eller væg.



Ret til tekniske ændringer forbeholdes © Geosul A/S

Et intelligent princip, et komfortabelt resultat



*Dette princip fungerer både dag og nat
og uanset årstiden.*

Sådan arbejder en ventilationsvarmepumpe

Varmepumpen fungerer som et køleskab: Teknikken er den samme, men effekten er modsat. Køleskabet optager varmen fra fødevarerne, mens varmepumpen optager varmeenergien fra den varme udsugningsluft og „pumper“ den op på et højere temperaturniveau.

Sådan fungerer en ventilationsvarmepumpe til køling

Hvis luften skal køles ned, vendes køle kredslobet. Varmepumpen fungerer nu rent faktisk som et køleskab. Den optager varmeenergi fra den varme ude-luft som afkøles og blæses ind i boligen. Den varme-energi, der er optaget fra indblæsningsluften, føres via afkastluften ud i det fri.

Ventilationsanlæg

- Balanceret ventilation
- Maksimale volumenstrømme fra ca. 200 til 800 m³/t
- Varmegenvinding i: Modstrømsvarmeveksler
- Opvarmning med varmepumpe til alle årstider
- Opvarmning og køling
- Til boligarealer fra ca. 100 til 450 m²

Central varmepumpe til opvarmning af brugsvand med Vanvex-serien



Vanvex-varmepumpen er velegnet til indendørs installation i nybyggeri og ældre byggeri og sørger hele året for, at der er varmt brugsvand til dig og din familie. Vandet er opvarmet både miljøvenligt og økonomisk rigtigt. Det slanke og kompakte aggregat kan komme igennem enhver dør. Det kan hurtigt og enkelt installeres af en professionel installatør, uden at kælder eller opholdsrum omdannes til en byggeplads.

For at brugsvandsvarmepumpen kan køre optimalt, skal der være gennemføringer i ydermuren, som sikrer at der tilføres en tilstrækkelig mængde friskluft til opholdsrummene, svarende til den mængde som suges ud fra de våde rum. Dette er ikke nødvendigt ved Vanvex Lite, da denne ikke har et kanalsystem tilsluttet.

Det er godt for kælderen

Kældre i ældre boliger, lugter ofte indelukket, fordi de ikke bliver ventileret tilstrækkeligt. Den høje luftfugtighed fra vaskerummet giver gode betingelser for skimmelsvamp og skader murværket. En Gerwex-varmepumpe til udsugningsluft kan løse dette problem på en miljøvenlig måde. Varmepumpen ventilerer kælderrummene, affugter luften og sænker på den måde også driftsomkostningerne betydeligt. Udskiftningen af den gamle varmtvandsbeholder med den nye varmepumpe til udsugningsluft er forbundet med et minimum af arbejde.

Vanvex varmepumpe kan forsyne hele huset eller lejligheden med varmt vand uden at belaste den bestående varmekilde. Vanvex R/RS varmepumpe har en COP værdi på 3,5 ved en omgivelsestemperatur på 15 °C. På den måde skåner Vanvex Lite naturen og pengepungen. Alt dette giver et meget godt pris- / ydelsesforhold. Den emaljerede tank bliver tilmed beskyttet mod korrosion vha. en offeranode.

Har du nogensinde tænkt på, om det ikke kan lade sig gøre at udnytte den fugtige og relativt varme luft fra køkkenet, badeværelset eller vaskerummet i stedet for bare at lade den strømme ud i det fri? Det kan lade sig gøre! Og til det formål er Vanvex-varmepumpen til opvarmning af brugsvand det helt rigtige valg.

Billigt varmt brugsvand

Vanvex-varmepumpen forsyner boligen eller lejligheden med varmt brugsvand uafhængigt af varmesystemet. Den store fordel ved det, er at man fremover nøjes med at betale ca. en trediedel af de energiudgifter, som man f.eks. har betalt til en fastinstalleret elvandvarmer. Dette opnås ved at varmepumpen optager den nødvendige varmeenergi til opvarmning af brugsvandet fra udsugningsluften fra de våde rum. Varmepumpen kan bruges til ventilation af bruttoarealer på op til 250m².

Varmepumpe til udsugningsluft

- Maksimal volumenstrøm ca. 280 m³/h
- Central forsyning med varmt brugsvand hele året
- Kan ventilere boligarealer på op til 250 m²



Ventilation, opvarmning og varmt brugsvand med Combi 185 S/LS

Ventilationsanlæg med luft/vand og luft/luft- varmepumpe til opvarmning af brugsvand og indblæsningsluft:

Ventilation, opvarmning, køling og opvarmning af brugsvand: Et anlæg, der kan det hele. Brugsvandet varmes op, ved at anlægget udnytter varmeenergien i udsugningsluften. På den måde går varmen ikke til spilde i forbindelse med ventilationen, men kan f.eks. bruges til varme brusebade eller til opvarmning af indblæsningsluften.

Combi 185 S/LS er med modstrømsvarmeveksler og varmepumpe, der både opvarmer brugsvandet og kan opvarme indblæsningsluften.

Combi 185 S/LS sikrer en brugsvandsprioritering, at opvarmningen af brugsvandet har første prioritet. Den integrerede varmtvandsbeholder rummer 185 liter og kan fåes med en ekstra varmespiral. Dermed er den velegnet til at blive integreret i eksisterende solvarmeanlæg eller andet opvarmningssystem til opvarmning af brugsvand. Via den indbyggede elektriske varmestav kan man en gang om ugen foretage en termisk desinfektion (legionellasikring).

Combi 185 S/LS volumenstrøm er maksimalt 280 m³/h ved 95 Pa eksternt modtryk. Anlægget kan alt efter model, bruges til at ventilere boligarealer på op til 200 m² samt tilføre varme og køl.



Combi 185 S/LS



Ret til tekniske ændringer forbeholdes © Geotex A/S

10 / 11

Combi-seriens ventilationsanlæg

- Balanceret ventilation
- Maksimal volumenstrøm ca. 280 m³/h
- Modstrømsvarmeveksler
- Varmegenvinding
- Opvarmning med varmepumpe forår og efterår
- Varmt brugsvand
- Til boligarealer på ca. 200 m²

Optimal styring



Vi overlader ikke noget til tilfældighederne: Noget af det vigtigste for, at et ventilationsanlæg kan køre energieffektivt, er et intelligent styringspanel. Den vægmonterede styring Optima Design, som har en lang række funktioner og et overskueligt grafikdisplay, sikrer, at indeklimaet altid er behageligt og sundt at opholde sig i. Alle ventilationsanlæg til balanceret ventilation med optima 250, 300 og 310 Design leveres med dette styringspanel.

De vigtigste funktioner:

- Automatisk filterovervågning med indikation for filterskift
- 10 forskellige programmer til at sænke og hæve luftmængden/temperaturen i løbet af dagen (70 om ugen)
- Optimal indregulering af luftmængderne (indblæsnings- og udsugningsluften kan justeres procentuelt i tre trin)
- Log for de sidste 11 døgn (service)
- Datalogger-interface til hurtig udlæsning af driftsdata

Luftfordelingen er afpasset efter huset

Luftfordelingssystemet udgør funktionsmæssigt en væsentlig del af anlægget. Konstruktionen afhænger af forholdene på opstillingsstedet.

Luftfordelingssystemet udføres normalt af spiralviklede rør og luften blæses ind gennem ventiler i loft eller væg, mens udsugningsluften fra de våde rum, normalt sker gennem ventiler placeret i loftet.

Under særlige forhold kan luftfordelingssystemet også opbygges af flade firkantkanaler eller nedstøbte kanaler i plast, med indblæsning i gulv.



Ret til tekniske ændringer forbeholdes © Geaflux A/S

Ventilation giver et bedre indeklima - Genvex har de rigtige aggregater til formålet



GES Energy-serie

Ventilationsaggregat med modstrømsvarmeveksler til enfamiliehuse med et bolig-areal på op til ca. 175 m²



GE Energy-serie

Ventilationsanlæg med modstrømsvarmeveksler til enfamiliehuse med et boligareal på op til 540 m² opgivet ved et modtryk på ca. 100 Pa og et specifikt ventilatorforbrug (SFP) på maks. 0,33 W_m/m³h (1200J/m³h)



GEU -serie

Ventilationsanlæg med modstrøms- og kryds-varmeveksler (forskelligt fra anlæg til anlæg) til enfamiliehuse med et boligareal på op til 200 m² opgivet ved et modtryk på ca. 100 Pa og et specifikt ventilatorforbrug (SFP) på maks. 0,33 W_m/m³h (1200J/m³h)

GES Premium-serie

Ventilationsanlæg med modstrømsvekslere og varmepumpe med varme og kølefunktion til en- og tofamiliehuse med et boligareal på op til 450 m² opgivet ved et modtryk på ca. 100 Pa og et specifikt ventilatorforbrug (SFP) på maks. 0,33 W_m/m³h (1200J/m³h)



GE Premium-serie

Ventilationsanlæg med modstrømsvekslere og varmepumpe med varme og kølefunktion til en- og tofamiliehuse med et boligareal på op til 450 m² opgivet ved et modtryk på ca. 100 Pa og et specifikt ventilatorforbrug (SFP) på maks. 0,33 W_m/m³h (1200J/m³h)



Combi- 185 S/LS

Ventilationsanlæg med modstrømsvarmeveksler og varmepumpe til opvarmning af brugsvand og ventilation til enfamiliehuse med et boligareal på op til 180 m² opgivet ved et modtryk på ca. 100 Pa og et specifikt ventilatorforbrug (SFP) på maks. 0,33 W_m/m³h (1200J/m³h)



Vanvex-serie

Brugsvarmepumpe til opvarmning af brugsvand ved at udnytte varmen i udsugningsluften eller udeluften, til enfamiliehuse med et boligareal på op til ca. 250 m² med eller uden varmeveksler til anden varmekilde



12 / 13

Tekniske data for Genvex-aggregater

Balanceret ventilation PASSIV

Balanceret ventilation PASSIV	GES Energy
Volumenstrøm (m³/h)	op til 220 (75 Pa)
Beregnet til huse med et boligareal på op til ca. m²	175
Kanaltislutninger (d i mm)	160
Kanaltislutningernes placering	I top
Dimensioner H x B x D (mm) uden studser	1014 x 550 x 550
Vægt uden emballage (kg)	34
Temperaturvirkningsgrad ved en udblæsningsslut på (20 °C, rel. luftfugtighed 50 %) og en udeluft på - 3 °C og nom. grundventilation	ca. 96 %



Balanceret ventilation PASSIV	GE Energy 1	GE Energy 2	GE Energy 3
Volumenstrøm (m³/h) ved 100 Pa ekst. modtryk	op til 216	op til 300	op til 540
Beregnet til huse med et boligareal på op til ca. m²	180	250	450
Kanaltislutninger (d i mm)	160	200	250
Kanaltislutningernes placering	I siden	I siden	I siden
Dimensioner H x B x D (mm) uden studser	580 x 1000 x 382	580 x 1000 x 532	798 x 1480 x 732
Vægt uden emballage (kg)	55	68	200
Temperaturvirkningsgrad ved en udblæsningsslut på (20 °C, rel. luftfugtighed 50 %) og en udeluft på - 3 °C og nom. grundventilation	ca. 88 %	ca. 88 %	ca. 88 %
Andet ekstra udstyr	Sommerkryds Bypass mulig	Sommerkryds Bypass mulig	Indbygget Bypass



Balanceret ventilation PASSIV Til montering under loft	GEU 390	GEU 590
Volumenstrøm (m³/h) ved 100 Pa ekst. modtryk	70 til 180	120 til 300
Beregnet til huse med et boligareal på op til ca. m²	150	200
Kanaltislutninger (d i mm)	125	160
Kanaltislutningernes placering	I siden	I siden
Dimensioner H x B x D (mm) uden studser	327 x 1162 x 520	327 x 1162 x 830
Vægt uden emballage (kg)	40	55
Temperaturvirkningsgrad ved en udblæsningsslut på (20 °C, rel. luftfugtighed 50 %) og en udeluft på - 3 °C og nom. grundventilation	ca. 88 %	ca. 88 %



Anvendelse



Opvarmning



Køling



Varmt vand



Krydsvarmeveksler



Modstrømsvarmeveksler

Ret til tekniske ændringer forbeholdes © Genvex A/S

Tekniske data for Genvex-aggregater

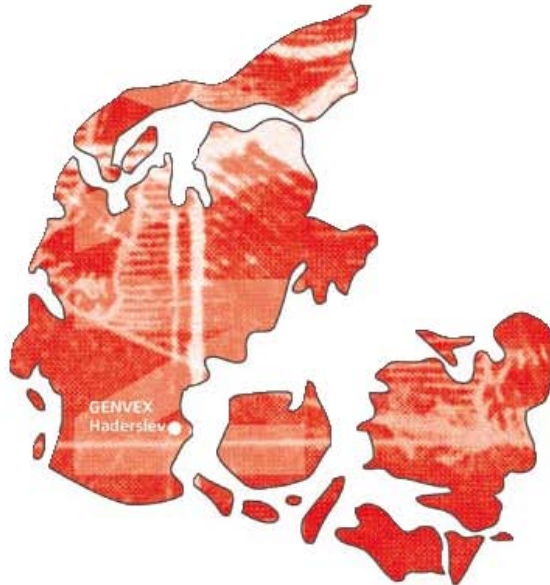
AKTIV med varmepumpe	Balanceret ventilation AKTIV med VP + suppl. varmeveksler	GES Premium 1/L	GE Premium 1/L	GE Premium 2	GE Premium 3	  
	Volumenstrøm (m³/h) ved 100 Pa ekst. modtryk	op til 370	op til 370	op til 410	op til 560	
	Beregnet til huse med et boligareal på op til ca. m²	60 - 120 100 - 190	60 - 120 100 - 180	326	445	
	Varmeeffekt (kW/COP) til ventilation ved en udsugningsluft på (+20 °C; rel. luftfugtighed = 50 %) og en udeluft på +2 °C	2,4 / 5,5 3,0 / 5,1 ved 240 m³/h udsugningsluft	2,7 / 6,6 3,0 / 5,5 ved 280 m³/h udsugningsluft	3,45 / 5,36 ved 270 m³/h udsugningsluft	4,49 / 5,38 ved 390 m³/h udsugningsluft	
	Køleeffekt (kW) ved en udeluft på (+26 °C; rel. luftfugtighed = 45 %)	-	0,8/1,0 ved fuld luftmængde	1,6 ved fuld luftmængde	ved fuld luftmængde	
	Kanaltislutninger (d i mm)	160	160	200	200	
	Kanaltislutningernes placering	I top	I siden	I siden	I siden	
	Dimensioner H x B x D (mm) uden studs, uden elboks	1415 x 600 x 664 1865 x 600 x 664	580 x 1000 x 612	600 x 1185 x 612	600 x 1185 x 735	
	Vægt uden emballage (kg)	175	126	126	143	
	AKTIV til opvarmning af varmt vand	Combi 185 S	Combi 185 LS			  
Udsugningsluft	Volumenstrøm (m³/h) ved 100 Pa ekst. modtryk	op til 216	op til 216			
	Beregnet til huse med et boligareal på op til ca. m²	200	200			
	Beholdervolumen (liter)	185	185			
	Varmeeffekt (kW/COP) til opvarmning af varmt brugsvand til +45 °C ved en udsugningsluft på (+20 °C; rel. luftfugtighed = 50 %)	1,02 / 3,0 ved 200 m³/h udsugningsluft	1,55 / 3,0 ved 200 m³/h udsugningsluft			
	Varmeeffekt (kW/COP) til ventilation ved en udsugningsluft på (+20 °C; rel. luftfugtighed = 50 %) og en udeluft på +2 °C	1,65 / 4,5 ved 200 m³/h udsugningsluft	2,5 / 4,5 ved 200 m³/h udsugningsluft			
	Køleeffekt (kW) ved en udeluft på +26 °C; rel. luftfugtighed = 45 %	-	-			
	Kanaltislutninger (d i mm)	160	160			
	Kanaltislutningernes placering	Foroven	Foroven			
	Dimensioner H x B x D (mm) uden studs	2014 x 600 x 664	2014 x 600 x 664			
	Vægt uden emballage (kg)	210	210			
Udsugningsluft	Varmepumpe til udsugningsluft	Vanvex 185S	Vanvex 285S	Vanvex Lite	Vanvex R	Vanvex RS 
	Volumenstrøm (m³/h) ved 100 Pa ekst. modtryk	op til 280	op til 280	op til 280	op til 280	op til 280
	Beholdervolumen (liter)	185	285	285	285	285
	Varmeeffekt (kW/COP) til opvarmning af varmt brugsvand til +45 °C ved en udsugningsluft/ udeluft på (+15 °C; rel. luftfugtighed = 50 %)	1,6 / 3,1 ved 200 m³/h udsugningsluft	1,6 / 3,1 ved 200 m³/h udsugningsluft	1,96 / 3,2 ved 200 m³/h udsugningsluft	1,52 / 3,5 ved 250 m³/h udsugningsluft	1,52 / 3,5 ved 250 m³/h udsugningsluft
	Kanaltislutninger (d i mm)	160	160	-	160	160
	Kanaltislutningernes placering	Foroven	Foroven	-	Foroven	Foroven
	Dimensioner H x B x D (mm) uden studs	1865 x 600 x 664	1415 x 600 x 664	Ø 660 x 1792	Ø 660 x 1837	Ø 660 x 1837
	Vægt uden emballage (kg)	210	195	105	105	105

- Få yderligere informationer på www.genvex.dk

15 / 15

Boligventilation – med et originalt Genvex anlæg

Genvex A/S:
Sverigesvej 6
DK-6100 Haderslev
Tel.: +45 (0) 73 53 27 00
Fax: +45 (0) 73 53 27 07
E-Mail: salg@genvex.dk
www.genvex.dk



Intelligente ventilationsanlæg fra Genvex

Som specialister i ventilation tilbyder vi et produktsortiment, der dækker alle aspekter inden for moderne ventilationsudstyr. Lige fra passive ventilationsaggregater med højeffektive modstrømsvarmevekslere til aggregater med integrerede varmepumper, som kan varme og køle meget økonomisk. Vi kan også tilbyde aggregater til loftmontering til installation i eksisterende kontorbygninger, etagebyggeri og industri.

Har du brug for yderligere oplysninger?
Så skriv eller ring til os!

Udleveret af:

 **Genvex®**

Udgivet af: Genvex A/S, Sverigesvej, DK-6100 Haderslev

Ret til tekniske ændringer og tilrettelæggelse af materiale beholdes VS.01 - 03.10

FREMTIDENS LUFTFORDELINGSSYSTEM

NiIAIR BY NILAN



Maksimal luftkvalitet på minimal plads og tid

 **NILAN**
OUTSTANDING INDOOR CLIMATE



INDHOLDSFORTEGNELSE

Om NilA/R	03
Sådan fungerer NilA/R	04
Det unikke NilA/R Klik-System	05
Fordelene ved indblæsningsbokse med gitter	05
Slange	06
Fordelerbokse	07
Indblæsningsbokselav for gitter	08
Indblæsningsbokse høj for gitter	09
Indblæsningsbokse for ventil	10
Udsugningsbokse for ventil	11
Gitre	12
Ventiler	13
Tilbehør	14
Stykliste	15

OM NILAIR

Fordele

- Fleksibel og pladsbesparende løsning med mange muligheder
- Hurtig og simpel montage
- Formstabilt og korrosionsbestandigt kvalitetsmateriale
- Simpel regulering af tilført luftmængde
- Stilfuldt design
- Lav vægt
- Høj tæthed
- Rengøringsvenligt
- Let at lagerhåndtere og transportere
- Forhindrer lydoverførelse fra rum til rum

Luftfordeling i en håndvending

Med NiLAIR får du et simpelt, pladsbesparende og fleksibelt luftfordelingssystem. Det består af få rengøringsvenlige, formstabile og korrosionsbestandige komponenter i forskellige størrelser og versioner og kan derfor tilpasses dine præcise behov.

Alle komponenterne er lette at montere uden brug af specialværktøj. Samtidig har du mulighed for selv let og hurtigt at kunne regulere den luftmængde, der blæses ind i de enkelte rum. Det betyder også, at NiLAIR er billigere og hurtigere at montere end traditionelle luftfordelingssystemer.

NiLAIR er allerede monteret i tusindvis af europæiske hjem og har siden introduktionen for over 10 år siden vundet støt indpas hos brugerne på grund af enkeltheden og ikke mindst de stilfulde gitterløsninger.

Gør det umulige muligt

Traditionelle luftfordelingssystemer tager meget plads og umuliggør ofte specielle konstruktioner. NiLAIR eliminerer stort set denne problemstilling.

NiLAIR kan monteres i gulv, vægge og loft, og slangernes størrelse, styrke og fleksibilitet betyder, at systemet kan bruges i selv de mest specielle konstruktioner, hvor pladskraverne er afgørende.

Standardstørrelsen på slangerne er ø75mm, men de fås også med ø90. Alle fordeler-, udsugnings- og indblæsningsbokse kan tilkobles både ø75- og ø90-slanger. Dermed kan du også kombinere brugen af begge størrelser.



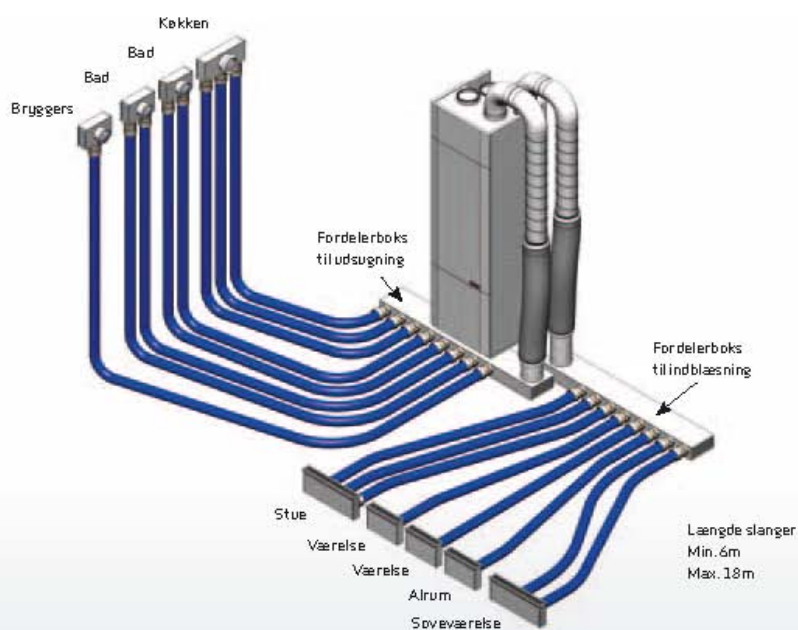
SÅDAN FUNGERER NILAIR

Sundt indeklima på ingen tid

NiAIR installeres sammen med et ventilationsanlæg og består i al sin enkelthed af fordelerbokse, hvorfra der føres slanger ud til udsugnings- og indblæsningsbokse i de enkelte rum i boligen. Resultatet er et sundt indeklima, hvor der hele tiden tilføres frisk, tempereret luft rensset for støv og fugt.

NiAIR kan installeres i gulv, loft eller vægge, ligesom de lette slanger kan bruges til selv de mest komplicerede slangeføringer.

Principdiagram



Loftsinstallation, der viser slangernes fleksibilitet.



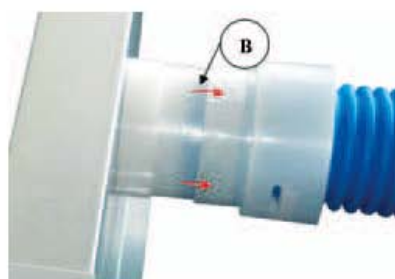
Eksempel på, hvor meget slangerne kan bøjes.

DET UNIKKE NILA/R KLIK-SYSTEM

Montering uden brug af værktøj

Takket være det unikke og patenterede Nila/R Klik-System kan alle slangerne i luftfordelingssystemet monteres uden brug af værktøj. Det kan lade sig gøre på grund af det specielle design af tilslutningsstutsene, der sidder på fordel-, udsugnings- og indblæsningsboksene.

Stutsene passer til to størrelser slanger, både standardstørrelsen $\varnothing 75$ og slangerne på $\varnothing 90$, der bruges, når du har behov for en større luftmængde. På stutsene sidder to klemmeringe. Når slangen er skubbet ind og låst fast af modhagerne i stutsen (A), skubbes klemmeringene på plads, hvilket sikrer en stabil og tæt samling (B).



FORDELENE VED INDBLÆSNINGSBOKSE MED GITTER

Simpel og hurtig regulering af luftmængden

Indblæsningsboksene med gitter er ikke kun stilfulde og designet til den moderne danske byggestil, men har yderligere den fordel, at en reguleringsdel kan påmonteres stutsene for dermed at indregulere luftmængden i den enkelte boks. Reguleringsdelen har syv trin, idet luftmængden kan finindstilles ved at dreje og fastklikke den inderste del.

Indblæsningsboksene er som alle andre Nila/R-bokse lavet i 0,9 mm alu-zink og er dermed korrosionsbestandige og yderst formstabile. De kan derfor uden problemer støbes ind i beton og er i det hele taget lette at arbejde med.

SLANGE

Anvendelse

Leder udsugnings- og indblæsningsluft rundt i boligen.
Monteres i loft, gulv eller væg.

Materiale

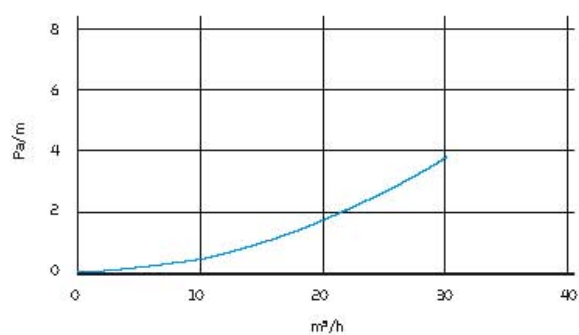
Ren PE-HD.

Størrelse

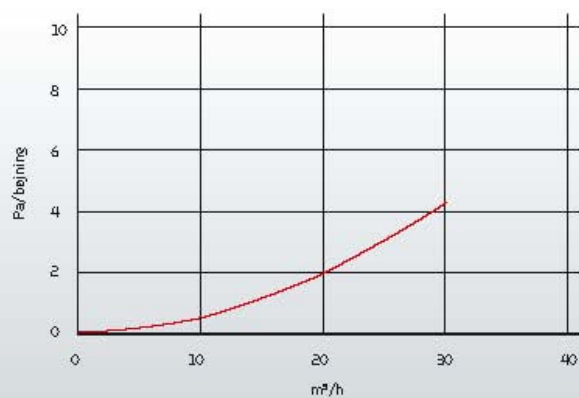
Ø75mm.

Sælges i længder à 50m.

Tryktab pr. meter



Tryktab v. bøjning $r = 8\text{ cm}$



WS-nr.

358959175

Varenr.

8075

Benævnelse

NilÅ/R-slange ø75mm (50m længde)

FORDELERBOKSE

Anvendelse

Fordeler og samler slangerne, der sender udsugnings- og indblæsningsluft rundt i boligen. Monteres på loft eller i gulv under betondæk.

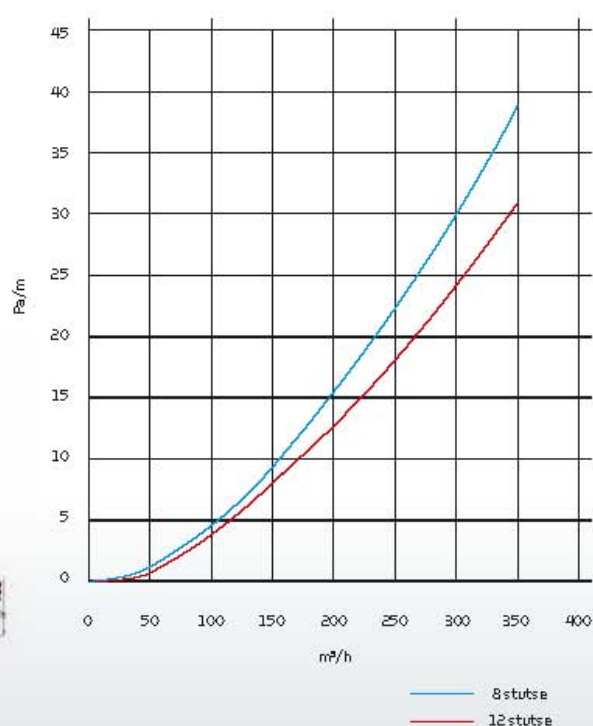
Materiale

Galvaniserede plader og ren PE-HD.

Størrelse

8 eller 12 stutse, højre- eller venstrevendt. (Position bestemmes ved at selige ind på fordelerstutsene og afgøre, om det store rør peger opad i højre eller venstre side. Begge fordelerbokse vist nedenfor er venstrevendte.)

Tryktab



VVS-nr.

358950008
358950038
358950012
358950042

Varenr.

DK401008
DK401108
DK401012
DK401112

Benævnelse

Fordelerboks pos venstre - 8 stutse
Fordelerboks pos højre - 8 stutse
Fordelerboks pos venstre - 12 stutse
Fordelerboks pos højre - 12 stutse

INDBLÆSNINGSBOKSE LAV FOR GITTER

Anvendelse

Fordeler indblæsningsluften ud i rummene i boligen. Monteres på loft eller i væg.

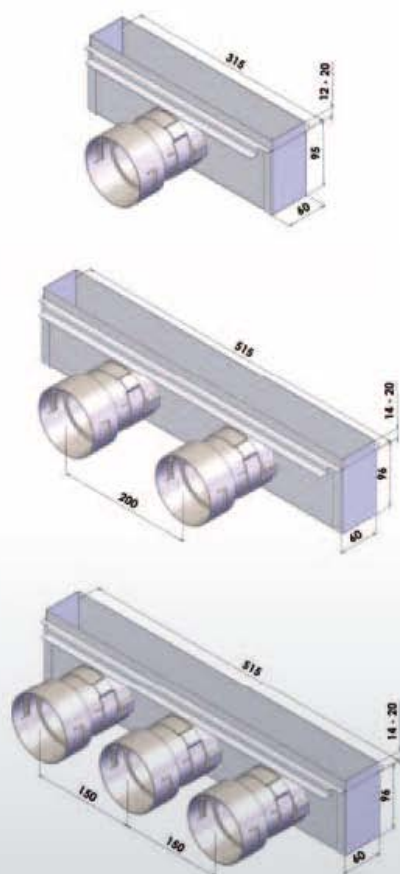
Materiale

Galvaniserede plader og ren PE-HD.

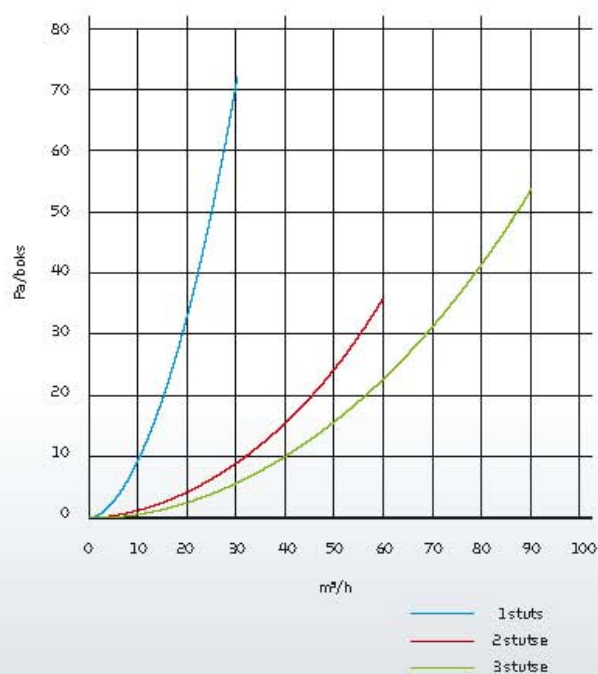
Størrelse

Til gitter 300x50 mm med 1 stuts.

Til gitter 500x50 mm med 2 eller 3 stutse.



Tryktab



VVS-nr.

358952101
358952102
358952103

Varenr.

DK409001
DK409002
DK409003

Benævnelse

Lav boks for gitter 300x50 - 1 stuts
Lav boks for gitter 500x50 - 2 stutse
Lav boks for gitter 500x50 - 3 stutse

INDBLÆSNINGSBOKSE HØJ FOR GITTER

Anvendelse

Fordeler indblæsningsluften ud i rummene i boligen.
Monteres i væg eller gulv under betondæk.

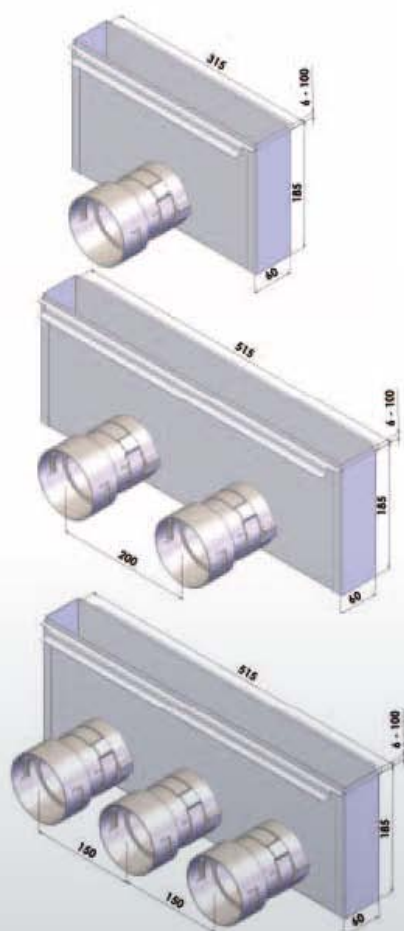
Materiale

Galvaniserede plader og ren PE-HD.

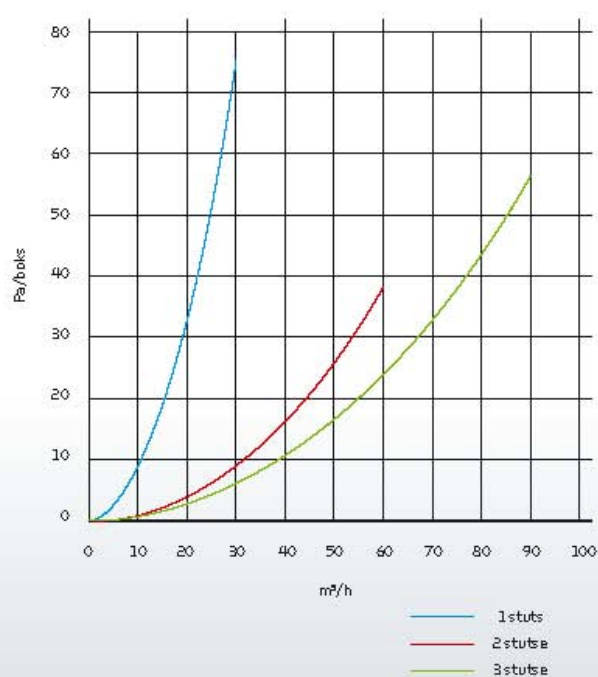
Størrelse

Til gitter 300x50 mm med 1 stuts.

Til gitter 500x50 mm med 2 eller 3 stutse.



Tryktab



VVS-nr.

358951001
358951002
358951003

Varenr.

DK408001
DK408002
DK408003

Benævnelse

Høj boks for gitter 300x50 - 1 stuts
Høj boks for gitter 500x50 - 2 stutse
Høj boks for gitter 500x50 - 3 stutse

INDBLÆSNINGSBOKSE FOR VENTIL

Anvendelse

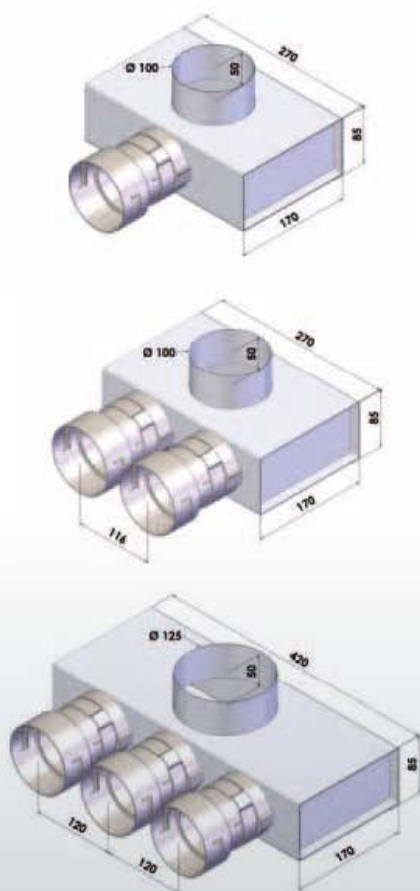
Fordeler indblæsningsluften ud i rummene i boligen. Monteres på loft eller i væg.

Materiale

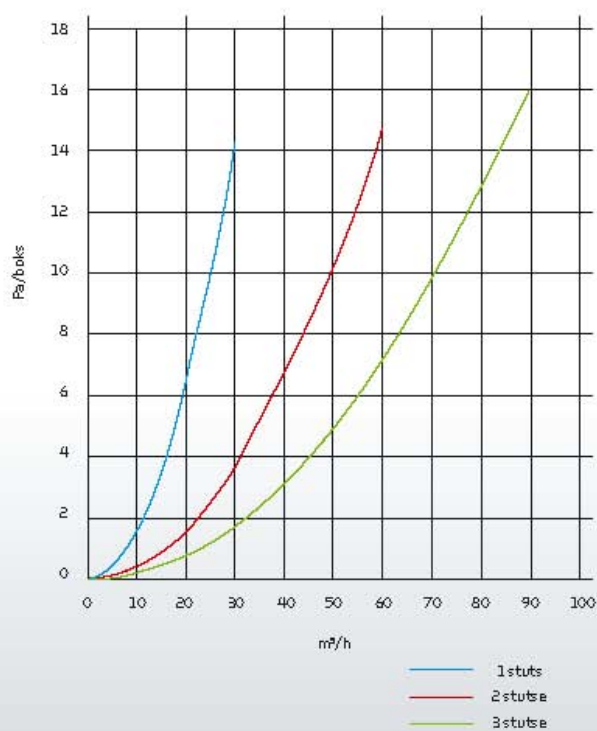
Galvaniserede plader og ren PE-HD.

Størrelse

Til ventil $\varnothing 100\text{mm}$ med 1 eller 2 stutse.
Til ventil $\varnothing 125\text{mm}$ med 3 stutse.



Tryktab ekskl. ventil



VVS-nr.

358952001
358952002
358952003

Varenr.

DK412001
DK412002
DK412003

Benævnelse

Lav boks for ventil $\varnothing 100$ - 1 stuts
Lav boks for ventil $\varnothing 100$ - 2 stutse
Lav boks for ventil $\varnothing 125$ - 3 stutse

UDSUGNINGSBOKSE FOR VENTIL

Anvendelse

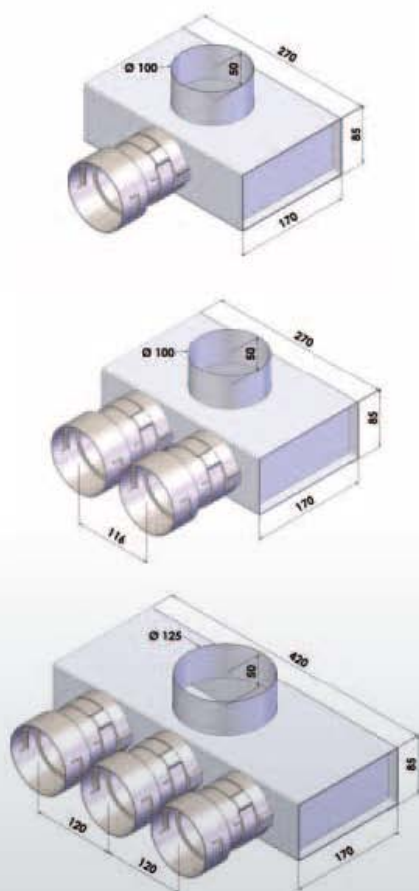
Suger luften ud fra boligens rum. Monteres på loft eller i væg.

Materiale

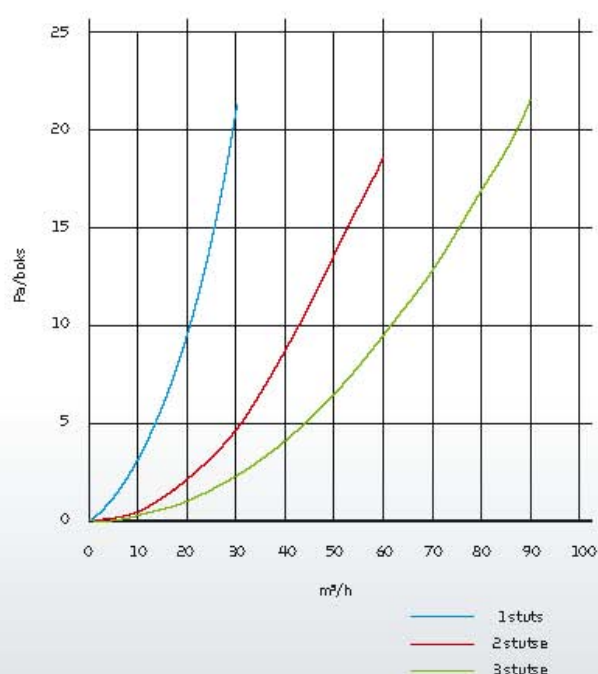
Galvaniserede plader og ren PE-HD.

Størrelse

Til ventil $\varnothing 100\text{mm}$ med 1 eller 2 stutse.
Til ventil $\varnothing 125\text{mm}$ med 3 stutse.



Tryktab ekskl. ventil



VVS-nr.

358952001
358952002
358952003

Varenr.

DK412001
DK412002
DK412003

Benævnelse

Lav boks for ventil $\varnothing 100$ - 1 stuts
Lav boks for ventil $\varnothing 100$ - 2 stutse
Lav boks for ventil $\varnothing 125$ - 3 stutse

GITRE

Anvendelse

Påmonteres indblæsningsboks for gitter.

Materiale

Aluminium.

Størrelse

Til gitterboks 300x50mm og 500x50mm.



VVS-nr.	Varenr.	Benævnelse
358959001	W043001	Gitter 300x50 (udv. 330x75mm)
358959003	W045001	Gitter 500x50 (udv. 530x75mm)
	W023001	Gitter Classic (hvid) 300x50 (udv. 330x98mm)
	W025001	Gitter Classic (hvid) 500x50 (udv. 530x98mm)

VENTILER

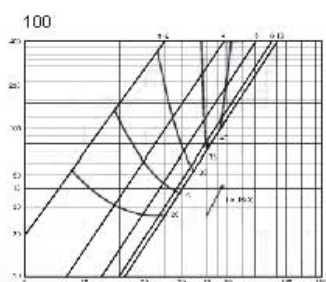
Anvendelse
Påmonteres udsugnings- og indblæsningsboks for ventil.

Materiale
Plast.

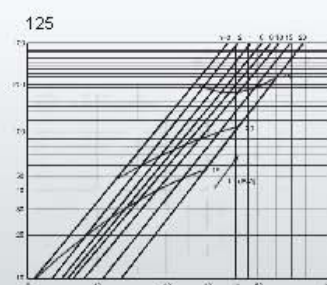
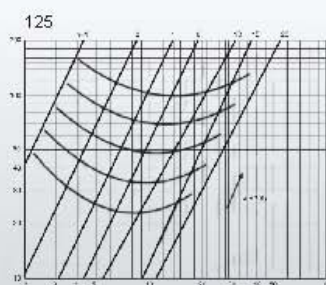
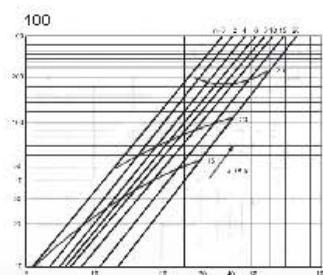
Størrelse
Ø100mm.
Ø125mm.



Tryktab
for indblæsningsventil



Tryktab
for udsugningsventil



VVS-nr.	Varenr.	Benævnelse
358959100	W040100	Ventil ø100
358959125	W040125	Ventil ø125

TILBEHØR



Dæksel

Beskytter mod byggestøv og regnvand ved montage på enten slanger eller fordelerbokse.

WS-nr.	Varenr.	Benævnelse
358959010	W429091	Dæksel ø75



O-ring

Sikrer en lufttæt samling mellem slanger og bokse. NilA/R opfylder med o-ringen tæthedskrav klasse C i henhold til DSF 447:2004.

WS-nr.	Varenr.	Benævnelse
	8076	O-ring



Muffe

Muliggør forlængelse af slanger. NilA/R-muffen opfylder med o-ring tæthedskrav klasse C i henhold til DSF 447:2004.

WS-nr.	Varenr.	Benævnelse
358959008	W441001	Muffe ø75 samlemuffe for slange



Reguleringsdel

Muliggør regulering af luftmængden i syv trin. Bruges primært i bokse for gitter.

WS-nr.	Varenr.	Benævnelse
	W041100	Reguleringsdel

STYKLISTE

Udfyldes og sendes til Nilan.

VVS-nr.	Varenr.	Antal/meter	Benævnelse
358950008	DK401008		Fordelerboks pos venstre - 8 stutse
358950038	DK401108		Fordelerboks pos højre - 8 stutse
358950012	DK401012		Fordelerboks pos venstre - 12 stutse
358950042	DK401112		Fordelerboks pos højre - 12 stutse
358951001	DK408001		Høj boks for gitter 300x50 - 1 stuts
358951002	DK408002		Høj boks for gitter 500x50 - 2 stutse
358951003	DK408003		Høj boks for gitter 500x50 - 3 stutse
358952101	DK409001		Lav boks for gitter 300x50 - 1 stuts
358952102	DK409002		Lav boks for gitter 500x50 - 2 stutse
358952103	DK409003		Lav boks for gitter 500x50 - 3 stutse
358952001	DK412001		Lav boks for ventil ø100 - 1 stuts
358952002	DK412002		Lav boks for ventil ø100 - 2 stutse
358952003	DK412003		Lav boks for ventil ø125 - 3 stutse
358959001	W043001		Gitter 300x50 (udv. 330x75mm)
358959003	W045001		Gitter 500x50 (udv. 530x75mm)
	W023001		Gitter Classic (hvid) 300x50 (udv. 330x98mm)
	W025001		Gitter Classic (hvid) 500x50 (udv. 530x98mm)
358959100	W040100		Ventil ø100
358959125	W040125		Ventil ø125
358959008	W441001		Muffe ø75 samlemuffe for slange
358959010	W429091		Dæksel ø75
	W041100		Reguleringsdel
	8076		O-ring
358959175	8075		meter NilA/R-slange ø75mm (50m længder)



OM NILAN

Nilan udvikler og producerer energivenlige ventilations- og varmepumpeløsninger af højeste kvalitet. Vi er i dag repræsenteret i størstedelen af Europa. Internationaliseringen af Nilan har været støt stigende siden 1974, og i kraft af anerkendelsen af vores kompetencer og produkter fortsætter ekspansionen.

Vores energibesparende og miljøvenlige løsninger sikrer dig et sundt indeklima og totaløkonomiske fordele i kraft af høj kvalitet, fremtidssikret teknologi, lang levetid og store energibesparelser. Mange af anlæggene produceret i Nilans ungdom kører da også på mere end tredvte år.

WWW.NILAN.DK



Nilan A/S
Nilanvej 2
8722 Hedensted
Danmark
Tel. +45 76 75 25 00
Fax +45 76 75 25 25
nilan@nilan.dk
www.nilan.dk

Bilag F7:

Luftrensning

Vedlagte produktblade mv. er blot eksempler på materialer/komponenter der kan anvendes

Bilag F7.1

Luftrensning i kælder- og stueetage.

Fyns Amt/Miljøstyrelsen – Feltafprøvning, Projekt Tidlig indsats
Grønnegade 39, Fåborg



Byhus med delvis kælder



Nedgang til lukket kælder



Trappe til aflukkelig 1. sal



Luftrenser i ubefæstet kælder



Luftrenser i stue - udblæsningsdyser rettet ud i lokalet



Udblæsningsdyser rettet ud i lokalet

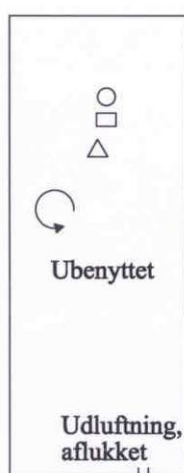
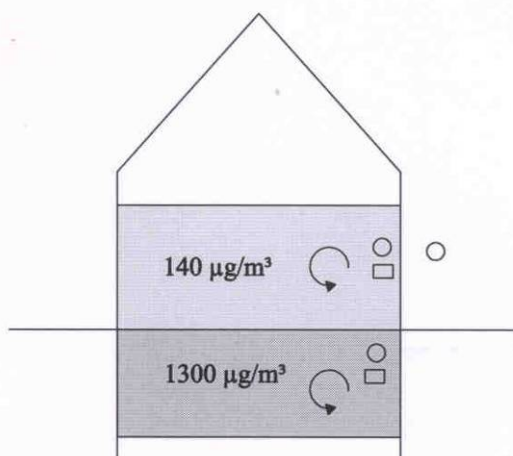


Diskret placering af luftrenser

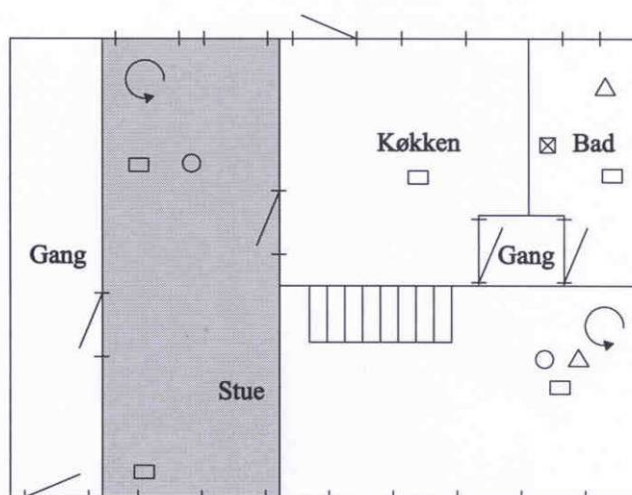


Udblæsningsdyser rettet ud i lokalet

Grønnegade 39 - Luftrensning i stue- og kælderetage



Kælder, 1:100



Stueetage, 1:100

Grønnegade

Signaturer:

- Beboelse
- Vaskerum, depot mv.
- Luftrens
- Passiv opsamling af chlorerede opløsningsmidler
- Tidligere passiv opsamling
- Luftskiftemåling
- Gulv afløb
- Ventilator
- Måleresultat (tænkt)
- Luftindtag m/rist

Reservedelsliste Luftrensere

pr. 1/12-2001.

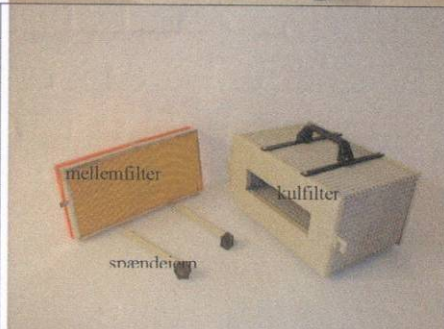


Model:
TD350/125-ST



Filtre

T8XL	Mellemfilter	250,-
T8XL-SP	spændejernssæt for filter	62,-
T8XL-SK	Grebskruer til spændejern (sæt)	35,-
NI21M	Aktivt kulfilter WS480 4,1kg. kul	1.175,-
NI21MRE	Genopladning af aktivt kulfilter	650,-



Rørdele til luftføring (ekstraudstyr.)

9073-0110192080	80mm Flexslange pr meter	137,50
TL80sp	Spændeband til Flexslange	14,-
353955080	80 mm indløbsstuds	35,-
TL8090G	80mm 90grader bøjning t. slange	78,-



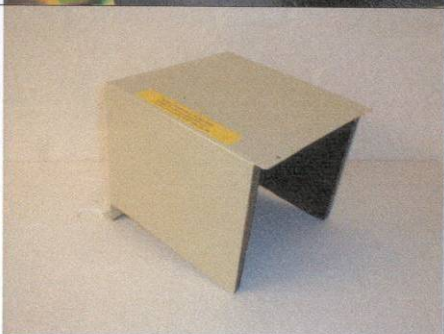
Eldele

TD 350/125	Thermex ventilator	1.130,-
5703472033501	Box for regulator og ur	289,-
4024092012174	Forskruning box	9,-
4024092012167	Forskruning box	9,-
5702950503246	3 ledet ledning pr. meter	8,-
5703302066334	Stikprop for 3 ledet ledning	38,-
5702950527402	1 ledet jordledning pr. meter	3,-
5703471101010	Regulator	480,-
5703302004176	Ramme for do.	15,-
854-346	Timetæller	165,-



Diverse dele

1109-4303008	Vibrationsdæmper med møtrik pr. stk	26,-
2250002502	Dupsko til bensæt pr. stk	1,-
TD 350/125-SK	Lyddæmpningsskærm til blæser	325,-
FLK	Komplet luftdyse med krave og popnitter	42,-



Vejl. udsalgspriser er excl. moms og levering.

Producent: Østergaard Filter Aps, Barmosevej 27, DK 4760 Vordingborg.
TLF: 55 34 68 15. FAX: 55 34 69 15. E-mail: Post@luftrens.dk

Bilag F7.2

Luftrensning i stueetage.

Fyns Amt/Miljøstyrelsen – Feltafprøvning, Projekt Tidlig indsats
Lykkeshåbs Allé 4, Odense



Patriciavilla med fuld kælder



Udestue/tilbygning aflukket under feltafprøvningen



Luftrenser opstillet i stue



Diskret placering af luftrenser

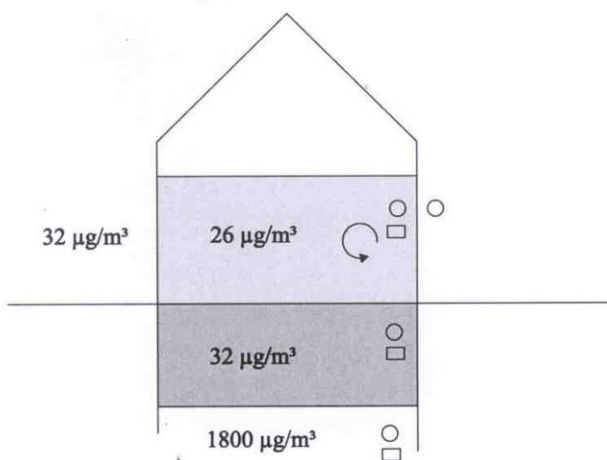


Opbygning af luftrenser (ventilatorenhed tv. og kulfilter th.)

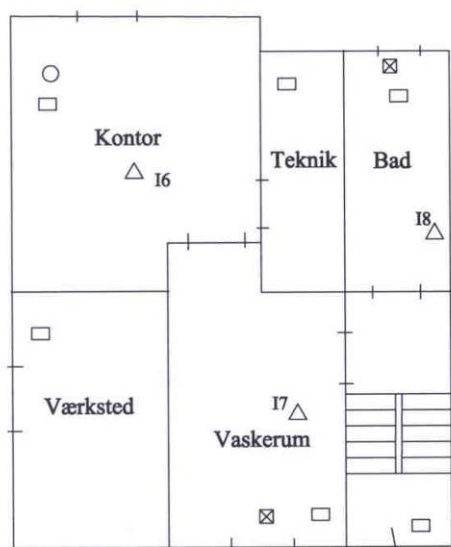


Indsugningstragt på luftrenser

Lykkehåbs Allé 4 - Luftrensning i stueetage

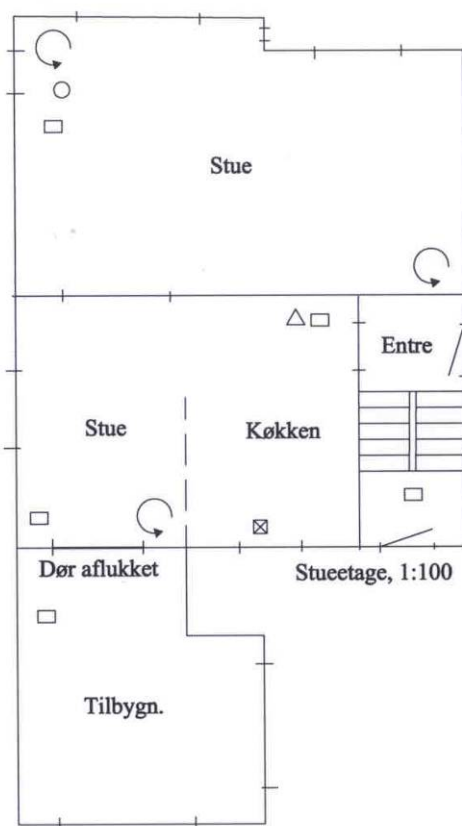


Lykkehåbs Allé



Kælder, 1:100

Delvist lukket trapperum



Stueetage, 1:100

Signaturer:

Beboelse

Vaskerum, depot mv.

Luftrens

Passiv opsamling af chlorerede opløsningsmidler

Tidligere passiv opsamling

Luftskiftemåling

Gulv afløb

Ventilator

Måleresultat (tænkt)

Luftindtag m/rist

Logbog – drift af luftrensere

Luftrensernr. _____

	Driftsperiode	Driftsperiode
	<i>dd.mm.år - dd.mm.år</i>	
Sagsnavn		
Formål		
Forureningstype, niveau		
Driftstimer/døgn		
Tilsyn		
Timetæller - start		
Timetæller - stop		
Driftstimer i alt		
Tidspunkt for opfyldning af kul		
Antal kg kul		
Kultype		
Sorbtiøsevne		
Forventet restkapacitet		
Leverandør (firma, telefonnr.)		
Lagerbeholdning af kul (kg)		
mv.		

Brugervejledning

Boligluftreenser BL39



Producent: Østergaard Filter , Barmosevej 27, 4760 Vordingborg.
Tlf: 55 34 68 15, fax 55 34 68 15 , Email: post@luftrens.dk
Homepage: www.luftrens.dk

Indholdsfortegnelse:

Formålmæssig anvendelse	2
Sikkerhedsanvisninger	3
Tekniske data	4
Betjeningsvejledning	5
Filterskift og vedligeholdelse	8
Garanti	10
Fejlfinding	10
CE – godkendelse	11

Formålmæssig anvendelse:

Denne luftrenser er beregnet til at rense indeluften ved recirkulation i boliger, kontorer, butikker m.v.

Anvend kun luftrenseren i overensstemmelse med anvisningerne i denne brugervejledning

Luftrenseren må ikke bruges på følgende måde:

Må ikke opsættes i fugtige rum (f.eks badeværelser) og uisolerede lokaler, garager udhuse og lignende

Må ikke anvendes, hvor der kan forekomme let antændelige eller eksplosive stoffer eller gasarter.

Må ikke bruges til støvrensning i forbindelse med ombygning, slibearbejde og lignende, hvor der er store koncentrationer af støv.

Må ikke opstilles hvor stråleindfaldvarmen fra lysåbninger eller varmekilder overstiger 35° C

Må ikke være tildækket .

Må ikke køre uden filtre til f.eks lufttemperering.

Sikkerheds instruktioner

Læs alle instruktioner før luftrenseren tages i brug.

Gem denne brugervejledning

Luftrenseren skal holdes aflåst under drift

Udsæt aldrig luftrenseren for regn og fugt.

Hvis der ligger fremmedlegemer i luftrenseren, skal disse fjernes omgående inden fortsat drift

Anvend aldrig luftrenseren i fugtige rum eller våde steder eller i nærheden af letantændelige / eksplosive stoffer eller gasarter.

Må ikke bruges til støvrensning i forbindelse med ombygning, slibearbejde og lignende, hvor der er store koncentrationer af støv.

Luftrenseren skal stå frit i rummet, så lufttilgang og luftafgang er frie.
(se afstandskrav under afsnittet Opsætning)

Der må ikke lægges ting på luftrenseren, medens denne er i drift.

Vedr EL:

Skal tilsluttes 1 Faset 230v m. jord.

Check altid at stikket er trukket ud af kontakten før flytning og ved vedligeholdelse af luftrenseren

Træk aldrig i ledningen ved flytning af luftrenser og tilse at stik og ledning ikke er beskadiget, i så fald skal dette udbedres inden drift.

Kun producent og godkendte autoriserede personer må udfører reparationer på de elektriske dele

Børn må ikke betjene og have adgang til indholdet i luftrenseren

Vedr: arbejdsmiljø:

Anvend aldrig luftrenseren uden filtre

Ved rengøring af filtre eller ved filterskift skal der anvendes

åndedrætsværn, beskyttelsesbriller og handsker

Der må kun anvendes originale filtre og reservedele, da blæseren er indstillet derefter

Eventuelt spørg producent om håndtering af de brugte filtre.

Sluk for luftrenseren, når der ikke er behov for luftrensning

Tekniske Data:

Længde	65 cm
Bredde	40 cm
Totalhøjde med hjul	30 cm
Vægt med alle filtre	29,7 kg
Støjniveau målt med alle filtre og tophastighed under	70db.
Spænding	230V
Strømforbrug	65W
Max luftmængde m ³ /t	135 m ³
Standardstøvfilter F7	ordre no: T8FI
Mikrofilter H13 tilbageholder 99,9% ned til 0,3µm	ordre no: T8H13
Kulfilter kultype ws490 indhold 3,5kg	ordre no: BL39WS490

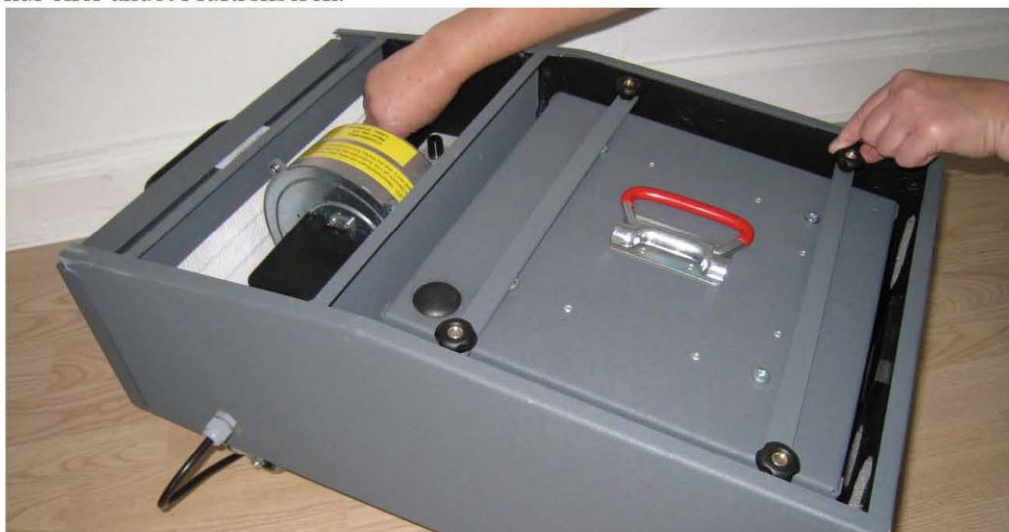
Betjeningsvejledning:

Ved levering,

Lås låget op og åben dette - kig på skiltet mellem låsene, der viser, hvordan man åbner toplåget.



Dernæst check, at både støvfilter og kulfilter er fastspændt og at der ikke ligger løse kul eller andet i luftrenseren.

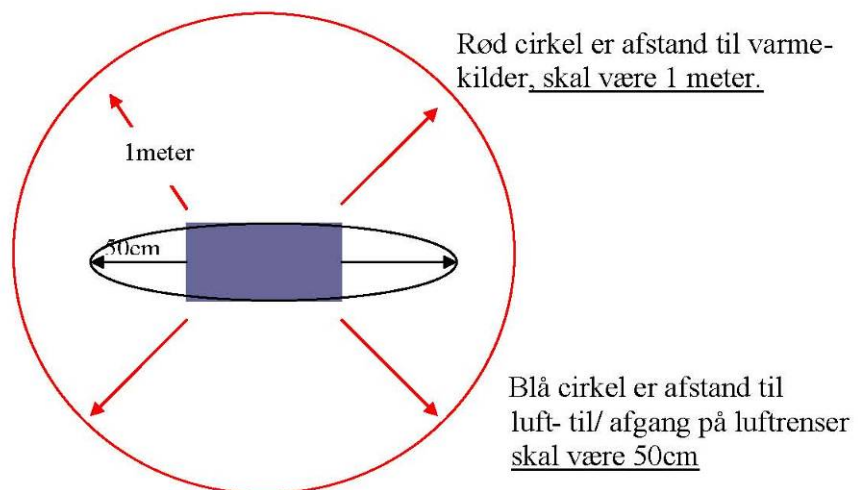


Sæt låget på igen og luk dette og lås.

Opsætning

Inden luftrenseren skal i gang, skal der vælges en god placering i det rum, hvor luften skal renses.

Anbring luftrenseren, så den ikke står udsat, min 1 meter fra varmekilder, og aldrig i fugtige rum. Sørg for at der er fri plads i forhold til andre genstande ved lufttilgang og luftafgang på luftrenseren.



Bemærk: må ikke tildækkes og må ikke udsættes for strålevarme over 35 °C fra lysindfald og varmekilder.

Ved placering skal forureningskilde lokaliseres og luftrenser anbringes i umiddelbar nærhed.

Husk: Under drift skal luftrenseren ligge ned på hjulene og det er kun under transport, at man må løfte op i håndtaget på frontlågen og kører.

Opstart.

Tilslut luftrenseren til en stikkontakt med den korrekte spænding og blæseren starter.

Fra producenten er luftrenseren grundindstillet til at rense ca. 70 m³/t, Hvilket giver en effektiv luftrensning i boligrum.

Hvis man ønsker at ændre hastigheden lidt på blæseren pga. irriterende lyd eller lignende, aftages toplåget igen og medens blæseren kører, kan man dreje lidt på den trinløse hastighedsregulering, til man har det hastighedsniveau, man ønsker. Se billede



*Obs: Lad ikke blæseren kører på de laveste hastigheder, dvs under trin 2,5 på hastighedsskala, da dette er hård belastning for motoren og kølingen er på et minimum samt der renses ej heller megen luft. **Indstil hastigheden nær eller på den grundindstilling**, som producenten oplyser i blæserrummet. Dog kan blæseren altid kører høje hastigheder, hvis der er behov for megen luftrensning.*

Ved opstart aflæses den timetæller, der er monteret ved siden af hastighedsreguleringen, så man altid ved, hvor mange timer luftrenseren har kørt, Dette er et godt redskab i forbindelse med filterskift/vedligeholdelse, samt evt beregning af strømforbrug.

Sæt låget på igen, luk låsene og lås disse.

NB: det er kun under hastighedsregulering og aflæsning af timetæller, at luftrenseren må kører, medens der er adgang til blæser og filtre.

Vedligeholdelse og periodisk skift af filtre.

Inden tilsyn og vedligeholdelse.

*Træk stikproppen ud af stikkontakten, før låger på luftrenser aftages.
Alt efter den type forurening, der renses for - skal anvendes de
nødvendige personlige værnemidler, der kræves.*

Skift/Rengøring af støvfilter:

For hver 400 drift-timer tilses støvfiltret.

Når toplåget er aftaget, skal de 2 holdeskruer nede i blæserrummet løsnes og frontlågen med støvfiltret kan tages ud.



Derefter kan et nyt støvfilter indsættes i frontlågen og denne fastspændes igen.



Hvis støvfiltret kun har tilbageholdt alm. husholdningsstøv, kan man rense dette forsigtig med en støvsuger og er det forsat indtakt, kan det monteres igen.

NB: Det er vigtigt, at støvfiltret vedligeholdes og er intakt, ellers ødelægges kulfiltret.



Udskiftning af kulfilter:
Skal skiftes for hver 3500 drift-timer.

Når toplåget er aftaget, er der fri adgang til kulfiltret.
De 2 spændejern løsnes og kulfiltret kan løftes op af luftrenseren i det røde håndtag.



Kulfiltret kan kun skiftes, må ikke renses eller støvsuges.
Kan byttes hos producenten, dvs, hvis kunden indleverer det brugte kulfilter, sender producenten et andet kulfilter med nyt kul klar til brug. Når et frisk kulfilter sættes i luftrenseren, check at tætningslister er i orden ,påsat spændejern og spænd disse fast med de 4 grebskruer.



Kunden kan også bestille et nyt kulfilter.

NB. Brug kun originale filtre fra producent til denne luftrenser, da blæser og opbygning er tilpasset disse filtre.

Garanti:

Vi yder garanti for luftrenseren BL 39 i 2 år for materiale og fabrikationsfejl. Under forudsætning af, at luftrenseren anvendes og behandles efter forskrifterne i denne brugervejledning. Garantien dækker ikke normal slidtage, fejlagtig brug, uagtsomhed ,indgreb i luftrenser eller forkert tilslutning. Indgreb ud over filterskift, må kun ske hos producent, for at garantien dækker.

Fejlfinding:

Problem	Årsag	Løsning
stikprop er sat i kontakt og tændt, men blæseren kører ikke	der ikke strøm i stik-kontakt eller defekt ledning	check korrekt tilslutning og efterse ledning for fejl i slukket tilstand
al tilslutning er i orden, men blæser kører ikke	Sikringen i luftrenserens elboks er brændt	Når ledning er taget ud af stikkontakt, udtages den lille glassikring i elboksen (løsnes med en skruetrækker) og en ny indsættes. <u>Speciel sikring</u> , må kun bestilles hos producent. Se billed herunder
Der kommer mislyde fra luftrenseren	-	Kontakt producent
Luftrenseren udsender lugt og støv	filtrene sidder løst/dårlige pakninger eller defekte filtre	efterspænd og eller skift filtre

Skift af sikring



Bortskaffelse:

Når luftrenseren er udtjent, skal den bortskaffes i henhold til de til tiden gældende nationale regler

Spørgsmål vedr. brug og vedligeholdelse af BL 39 luftrenser kan altid rettes til producent.

Maskindirektivets Bilag II A.

Overensstemmelseserklæring.

A. Fabrikant:

**Østergaard Filter Aps
Barmosevej 27
4760 Vordingborg
Danmark
Tlf: 55 34 68 15**

erklærer hermed, at

B. Maskine: Luftrensere type,serienr.år: _____

Er i overensstemmelse med Maskindirektivets bestemmelser i henhold til direktiv 98/37/EF under særlig henvisning til direktivets bilag I om væsentlige sikkerheds- og sundhedskrav i forbindelse med konstruktion og fremstilling af maskiner.

EN ISO 12100-1: 2005: Grundlæggende terminologi og metodik

EN ISO 12100-2: 2005: Tekniske principper og specifikationer

Er i overensstemmelse med EMC-direktivet 04/108/EF af 15 december 2004 om indbyrdes tilnærmelse af medlemsstaternes lovgivning om elektromagnetisk kompatibilitet.

Er i overensstemmelse med Lavspændingsdirektivet 2006/95/EF af 12 december 2006 om tilnærmelse af medlemsstaternes lovgivning om elektrisk materiel bestemt til anvendelse inden for visse spændingsgrænser.

Titel: Fabrikant

Navn: Niels Østergaard.

Dato

underskrift

Bilag F8:

Ventilation af krybekælder (aktiv)

Vedlagte produktblade mv. er blot eksempler på materialer/komponenter der kan anvendes

Bilag F8.1

Ventilation af krybekælder (aktiv)

Fyns Amt/Miljøstyrelsen – Amdsafværg, Projekt Tidlig indsats
Margårdsvej 26, Nørre Aaby



Udendig overjordisk rørføring (stålrør).



Lyddæmpet boks med ventilator (udvendig på bygningen).



Bygningen i to plan. Afkast er ført op over tag.

Bilag F8.2

Ventilation af krybekælder (aktiv)

Fyns Amt/Miljøstyrelsen – Aftsafværg, Projekt Tidlig indsats
Nørregade 88, Vejen



Bygning i to plan med krybekælder



Afkast fra ventilator

GB

DK

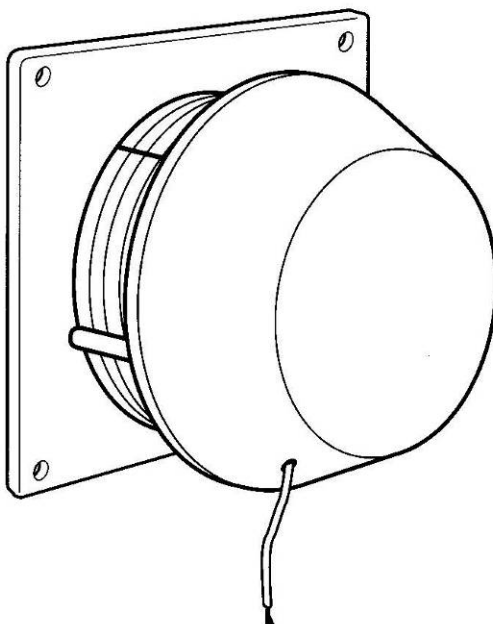
NO

SE

DE

FR

FI

**VVR
MGO**

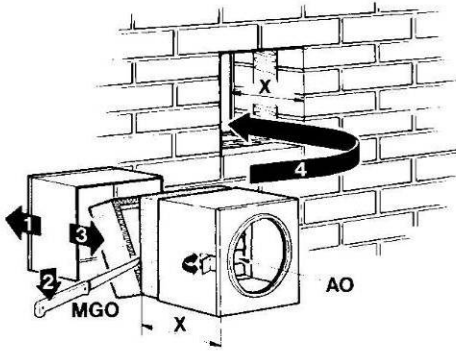
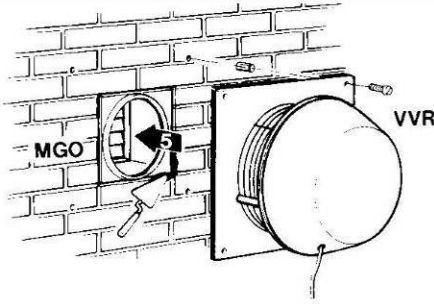
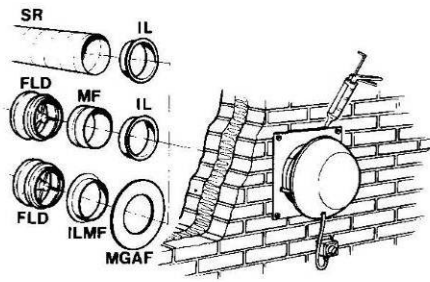
EXHAUSTO A/S
Odensevej 76
DK-5550 Langeskov
Tel. +45 65 66 12 34

Fax +45 65 66 11 10
exhausto@exhausto.dk
www.exhausto.dk

EXHAUSTO
FOR A BETTER FLOW



1. Montage - DK

Trin	Handling
	
1	Murgennemføringen MGO tilpasses på længden ved at demontere det indvendige svøb (1) og skære af isoleringen (2).
2	Svøbet monteres igen (3).
3	MGO placeres i væggen (4).
	
4	VVR holdes på plads i MGO (5).
5	Hullerne opmærkes og bores, og der monteres raw/plugs/ekspansionsbolte igennem vægflangen.
6	Der fuges rundt om MGO.
	
7	Der fuges langs vægflangen, således at vandindtrængning undgås.  Ved montage i trækonstruktioner kan der opstå resonans. Denne resonans kan fjernes ved at montere kabeltyller i montageflangens huller, før denne skrues fast.

2. EI-tilslutning

Tilslutningskabel og elkobling		Trinløst regulerbar	Skal overbelastnings-beskyttes
1-faset motor med indbygget termosikring	brun = L blå = Nreg gul/grøn = ⊕	x	
1-faset motor med potentialfri termosikring	brun = L blå = Nreg gul/grøn = ⊕ 2 x sort = potentialfri termosikring	x	x*)
3-faset motor	brun = L1 blå = L2 sort = L3 gul/grøn = ⊕		x

*) F.eks. kontaktor styret af termosikring.

Reparations-afbryder

VVR kræves ekstrabeskyttet i henhold til stærkstrømsreglementet, og der skal monteres reparationsafbryder umiddelbart foran VVR, brydende alle poler. Min. brydeafstand 3 mm. Max. forsikring 10 Amp.

Garanti

EXHAUSTO yder 2 års fabriksgaranti på ventilatoren fra fakturadato.

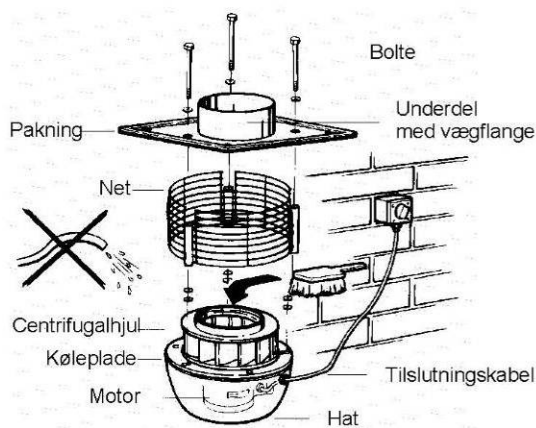
Motoren

Motoren i VVR er placeret uden for luftstrømmen og er en lukket asynkronmotor med vedligeholdelsesfri specialkuglelejer. Eventuel udskiftning af lejerne bør kun foretages af EXHAUSTO SERVICE.

Motoren har tæthedsklasse IP54 og isoleringsklasse F (155°C).

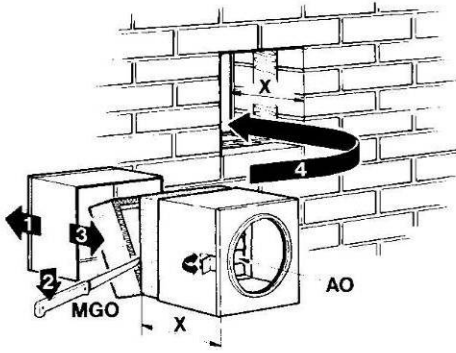
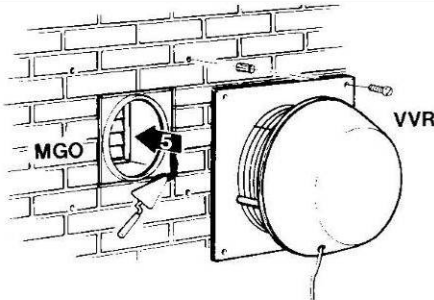
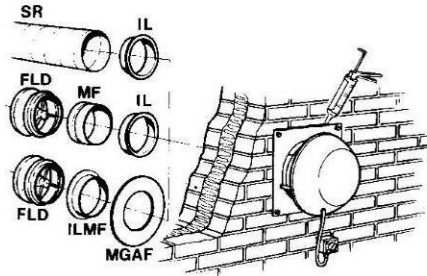
3. Rengøring

Ventilatoren rengøres efter behov ved hjælp af børste og eventuelt sæbevand.



Ventilatoren må ikke spules i denne stilling, da der er risiko for vandindtrængning i motorens lejer.

1. Montering - SE

Steg	Åtgärd
	
1	MGO anpassas på längden genom att demontera den invändiga delen (1) och skära av isoleringen (2).
2	Delen monteras igen (3)
3	MGO placeras i väggen (4).
	
4	VVR monteras på väggen (5) med expanderbult eller liknande.
5	MGO avtätas vid väggen.
	
6	För att förhindra att vatten kommer in, tätas det mellan vägg och fläkt.  Vid montage i träkonstruktioner kan resonans uppstå. Detta kan undvikas genom att montera gummibussningar i montageplåtens hål, innan denna skruvas fast.

2. Elanslutning

Anslutningskabel och elinkoppling		Steglös reglerbar	Skall överströmsskyddas
1-fas motor med inbyggd termosäkring	brun = L blå = Nreg gul/grön = ⊕	x	
1-fas motor med potentialfri termosäkring	brun = L blå = Nreg gul/grön = ⊕ 2 x svart = potentialfri termosäkring	x	x ^{*)}
3-fas motor	brun = L1 blå = L2 svart = L3 gul/grön = ⊕		x

^{*)} t.ex. termokontaktmotorskydd.

Motorskydd

VVR kräver motorskydd enligt gällande starkströmsföreskrifter, och omedelbart efter VVR skall en arbetsbrytare monteras som bryter alla poler.
Min. brytaravstånd 3 mm. Max. säkring 10 Amp.
Elinstallation skall utföras under överinseende av behörig elinstallatör.

Garanti

EXHAUSTO lämnar 2 års fabriksgaranti på fläkten räknat från leveransdatum.

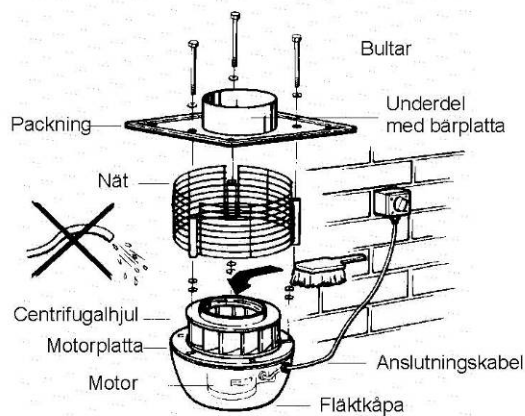
Motoren

Motorn i VVR är placerad utanför luftströmmen. Det är en stängd asynkronmotor med underhållsfria specialkullager. Eventuellt byte av lager bör endast utföras av EXHAUSTO SERVICE.

Motoren har kapslingsklass IP54 och isoleringsklass F (155°C).

3. Rengöring

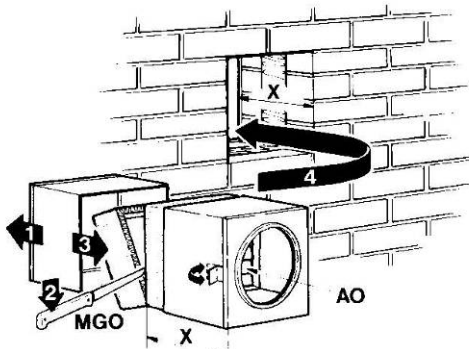
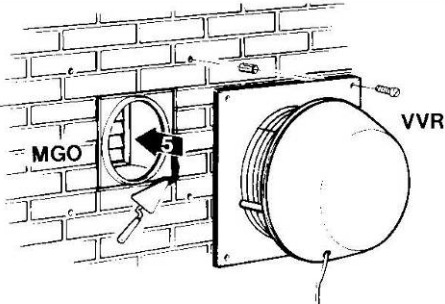
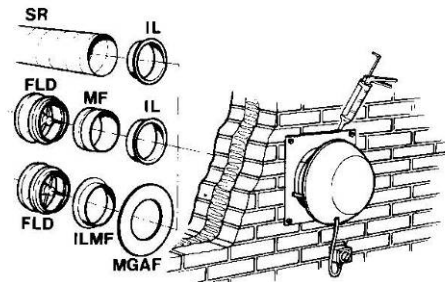
Fläkten rengöres efter behov med en borste och eventuellt såpvatten.



Fläkten får ej spolas i detta läge då vatten kan tränga in i motorlagren.



1. Montage - NO

Trinn	Handling
	
1	MGO tilpasses på legden ved å demontere den innvendige delen (1) og skjære av isoleringen (2).
2	Delen monteres igjen (3)
3	MGO plasseres i veggen (4).
	
4	VVR holdes på plass i MGO (5).
5	Hullene merkes opp, bores, og det monteres raw-plug/eksansjonsbolter igjennom veggflensen.
6	Det fuges rundt om MGO.
	
7	Det fuges langs veggflensen, slik at inntrenging av vann i veggen unngås.  Ved montasje i trekonstruksjoner kan det oppstå resonans. Denne resonansen kan fjernes ved å montere gjennomføringshylser av gummi i monteringsplatens hull, før denne skrues fast.

2. EI-tilslutning

Tilslutningskabel og elkobling		Trinnløs regulerbar	Skal overbelastnings-beskyttes
1-faset motor med innebygget termosikring	brun = L blå = Nreg gul/grøn = ⊕	x	
1-faset motor med potensialfri termosikring	brun = L blå = Nreg gul/grøn = ⊕ 2 x sort = potensialfri termosikring	x	x ^{*)}
3-faset motor	brun = L1 blå = L2 sort = L3 gul/grøn = ⊕		x

*) f.eks. kontaktor styrt av termosikring.

Reparasjonsbryter

VVR kreves ekstra beskyttet i henhold til sterkstrømsreglementet, og det skal monteres reparasjonsbryter umiddelbart foran VVR som bryter alle poler. Min. bryteavstand 3 mm. Maks. forsikring 10 Amp.

Garanti

EXHAUSTO yter 2 års fabrikkgaranti på ventilatoren fra fakturadato.

Motoren

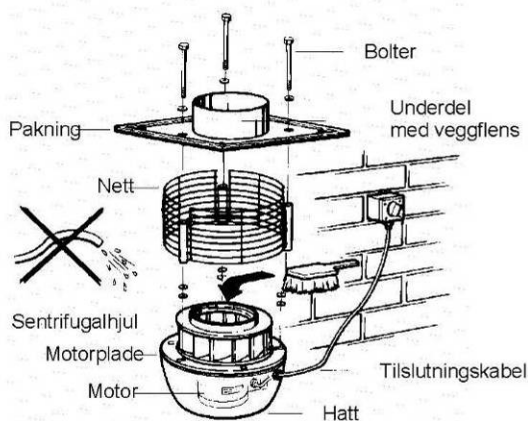
Motoren i VVR er plassert utenfor luftstrømmen. Det er en lukket asynkronmotor med vedlikeholdsfritt kulelager vedlikeholdsfrie spesialkulelagre.

Eventuelt utskifting av lagrene bør kun foretas av EXHAUSTO SERVICE.

Motoren har tetthetsklasse IP54 og isoleringsklasse F (155°C).

3. Rengjøring

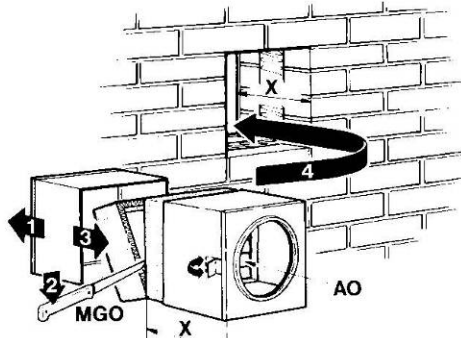
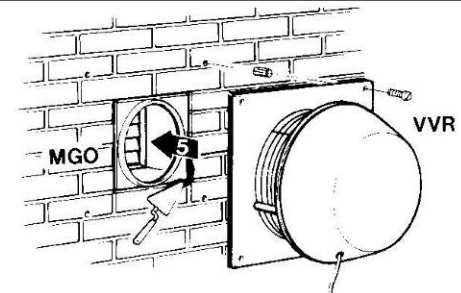
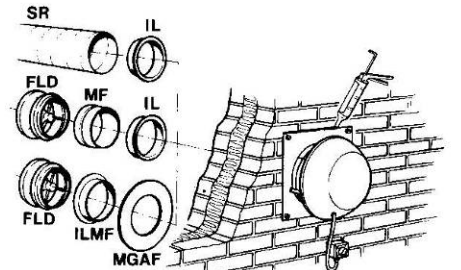
Ventilatoren rengjøres etter behov ved hjelp av børste og eventuelt såpevann.



Ventilatoren må ikke spyles i denne stillingen, da det er risiko for inn-trenging av vann i motorens lagre.



1. Montage - DE

Schritt	Vorgehen
	
1	Die Länge der Wanddurchführung MGO wird durch Demontage der inneren Hülle (1) und Abschneidung der Isolierung (2) angepasst.
2	Die Hülle wieder montieren (3)
3	Die MGO in die Wand anbringen (4).
	
4	Der Wandventilator VVR wird in der MGO festgehalten (5).
5	Die Löcher anzeichnen und bohren, und die Mauerhohldübel/Expansionsbolzen durch den Wandflansch montieren.
6	Nachher mit einer Dichtungsmasse um die MGO herum abdichten.
	
7	Am Wandflansch entlang ist mit einer Dichtungsmasse abzudichten, um Wassereindringung zu verhindern. Bei der Montage in Holzkonstruktionen können Resonanzen auftreten, die durch die Montage von Kabeltüllen in den Bohrungen der Montageplatte verhindert werden können. 

2. Elektrischer Anschluß

Anschlußkabel und elektrische Schaltung		Stufenlos regelbar	Überlastschutz erforderlich
1-Phasen-Motor mit eingebauter Thermo-sicherung	braun = L blau = Nreg gelb/grün=⊕	x	
1-Phasen-Motor mit potential-freier Thermo-sicherung	braun = L blau = Nreg gelb/grün=⊕ 2 x schwarz = potentialfreie Thermo-sicherung	x	x ^{*)}
3-Phasen-Motor	braun = L1 blau = L2 schwarz = L3 gelb/grün=⊕		x ^{**)}

^{*)} z.B. ein von der Thermo-sicherung gesteuertes Schütz.
^{**)} Motorschutzschalter auf Motornennstrom einzustellen.

Reparaturschalter Der Starkstromvorschrift gemäß ist der VVR zusätzlich zu schützen, und unmittelbar vor dem Ventilator ist ein Reparaturschalter zu montieren, der sämtliche Pole ausschaltet. Minimaler Ausschaltabstand 3 mm. Maximale Vorsicherung = 10 A.
Bei Vorhandensein einer Blitzschutzanlage ist die VDE 0185 Teil 1 und 2 zu beachten.

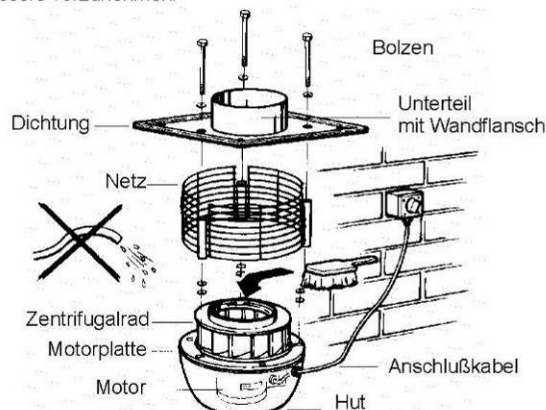
Werksgarantie EXHAUSTO leistet eine 2-jährige garantie auf den Ventilator vom Rechnungsdatum ab.

Der Motor Der Motor in VVR ist außer die Luftströmung plaziert. Es ist einen Asynchronmotor mit wartungsfreien Spezialkugellagern. Eventueller Austausch der Lager ist nur von EXHAUSTO Kundendienst vorzunehmen.

Der Motor hat schutzart IP54 und isolierungsklasse F (155°C).

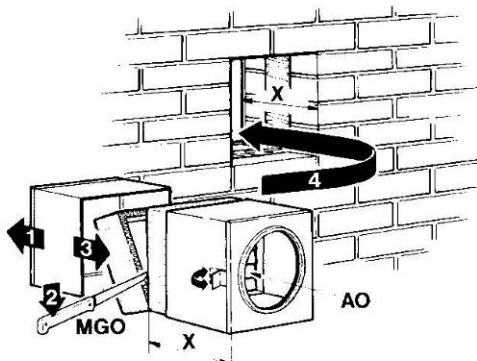
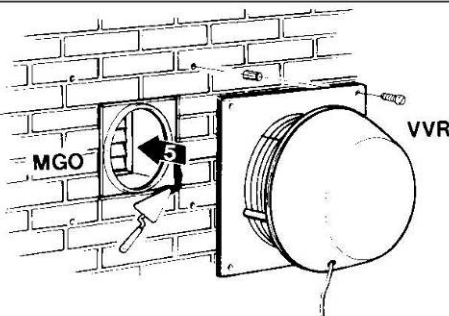
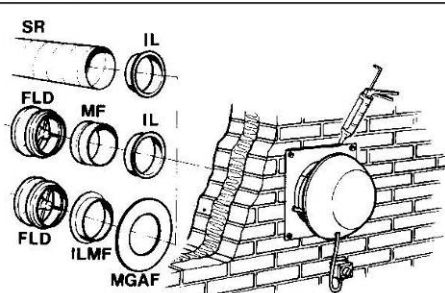
3. Reinigung

Reinigung des Ventilators ist je nach Bedarf und mittels einer Bürste und eventuell Seifenwassers vorzunehmen.



Wenn der Ventilator auf dem Kopf steht, darf er nicht gespült werden, weil Gefahr besteht, daß Wasser in die Lager des Motors eindringen kann.

1. Installation - GB

Step	Action
	
1	The length of the wall duct MGO is adjustable through dismantling the inside casing (1) and cutting off some of the insulation (2).
2	Replace the casing (3).
3	Mount the MGO into the wall (4).
	
4	The wall fan VVR is held in the MGO (5).
5	Mark out and bore the holes and mount rawplugs/expansion bolts through the wall flange.
6	Joint around the MGO.
	
7	Joint along the wall flange to prevent percolation of water into the wall.
 Resonance may occur when installed in a timber construction. The source of this resonance is removed by fitting grommets in the holes of the flange prior to anchoring it down.	



2. Wiring

Connecting cable and wiring		Infinitely Variable	Requires overload protection
Singel-phased motor with integrated thermal fuse	brown = L blue = Nreg yellow/green=⊕	x	
Singel-phased motor with potential-free thermal fuse	brown = L blue = Nreg yellow/green=⊕ 2 x black = potential-free thermal fuse	x	x ^{*)}
Three-phased motor	brown = L1 blue = L2 black = L3 yellow/green=⊕		x

^{*)} e.g. a contactor controlled by the thermal fuse.

Repair switch

VVR requires extra protection in accordance with the power current regulations, and a repair switch is to be installed right in front of the VVR, breaking all poles.
Min. length of break 3 mm. Max. supply protection 10 Amp.

Guarantee

EXHAUSTO offers a 2 years' factory guarantee with the fan from date of invoice.

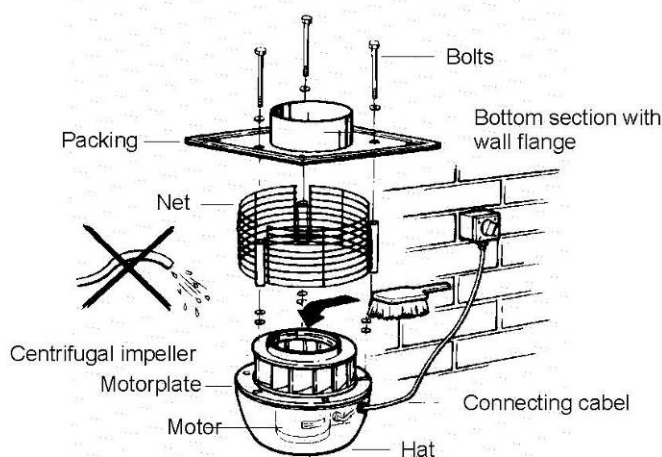
The motor

The motor in the VVR is placed outside the air current. It is a closed asynchronous motor with maintenance-free special ball bearings. If replacement of the bearings is required, this is only to be done by EXHAUSTO SERVICE.

The motor has an encapsulation class IP54 and a insulation class F (155°C).

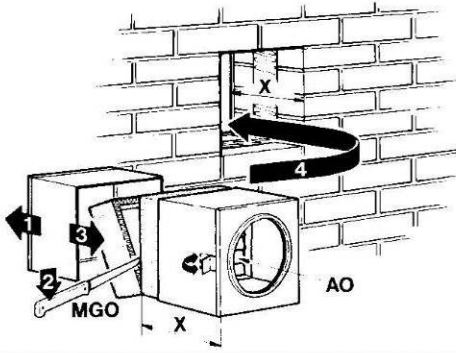
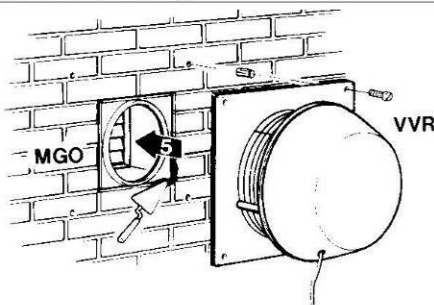
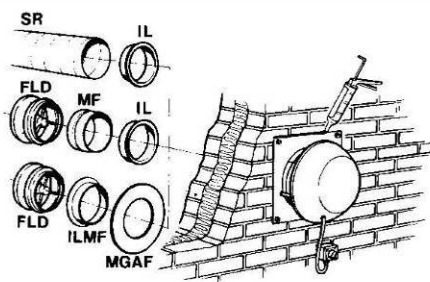
3. Cleaning

Clean the fan as required with a brush and soap water, if needed.



Do not flush the fan with water while it is standing upside down because of the risk of water running into the ball bearings in the motor.

1. Installation mécanique - FR

Stade	Action
	
1	La longueur de la MGO s'adapte en démon-tant le lien (1) et en coupant la matière calorifuge (2).
2	Remonter le lien (3)...
3	...et placer la MGO dans le mur (4).
	
4	Le VVR est maintenu en bonne position dans la MGO (5).
5	Tracer et percer les trous. Les tamponscheville/boulons expandeurs se montent à travers la collerette murale.
6	Joindre tout autour de la MGO.
	
7	Joindre au long de la collerette murale afin d'empêcher l'infiltration d'eau dans le mur.  Lors de montage dans des constructions en bois, de résonance peut se produire. Afin de supprimer cette résonance, il faut monter des douilles pour câbles dans les trous du manchon de montage avant de le visser.

2. Branchement électrique

Câble de branchement & couplage électrique		Réglage électronique continu	A protéger contre les surcharges
Moteur monophasé à coupe-circuit thermique	marron = L bleu = Nreg jaune/vert = $\oplus$	x	
Moteur monophasé à coupe-circuit thermique sans potentiel	marron = L bleu = Nreg jaune/vert = $\oplus$ 2 x noir = potentialfri termosikring	x	x*)
Moteur triphasé	marron = L1 bleu = L2 noir = L3 jaune/vert = $\oplus$		x

*) par ex. contacteur commandé par le coupe-circuit thermique.

Interrupteur utilisé

Le ventilateur VVR doit être pourvu d'une protection supplémentaire conformément au règlement relatif au courant haute tension. Avant le ventilateur, il faut monter un interrupteur utilisé pour l'entretien qui coupe toutes les bornes. Distance de coupure 3 mm. Avant-fusible maximum 10 Amp.

Garantie

EXHAUSTO donne 2 ans de garantie usine sur le ventilateur VVR de la date de facture.

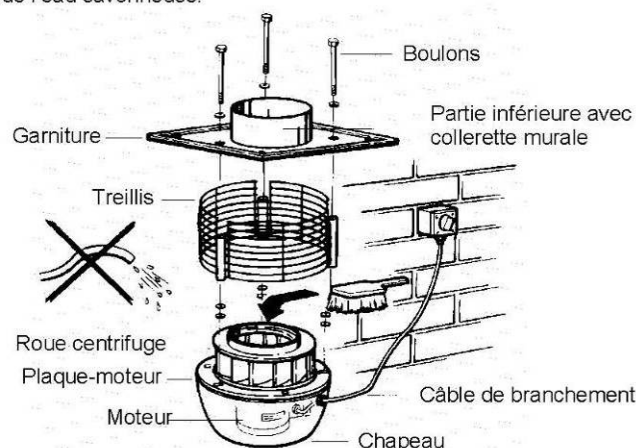
Le moteur

Le moteur est placé en dehors le courant d'air. C'est un moteur asynchrone a des roulements a billes spéciaux. Tout remplacement éventuel de roulements ne doit être effectué que par EXHAUSTO SERVICE, ou par un spécialiste.

Le moteur a une classe de densité IP54 et une classe d'isolement F (155°C).

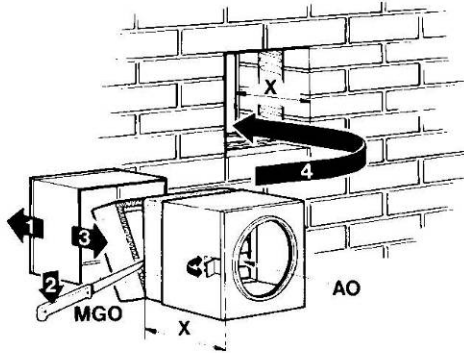
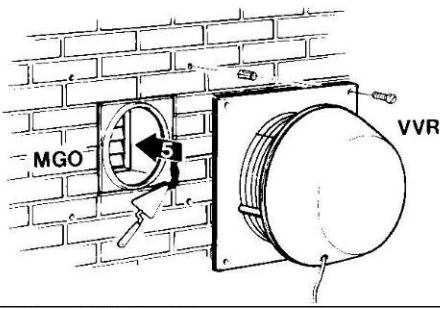
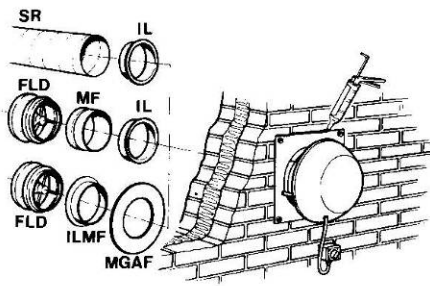
3. Nettoyage

Le nettoyage du ventilateur se fait suivant les besoins à l'aide d'une brosse et éventuellement de l'eau savonneuse.



NE PAS rincer le ventilateur en position renversée dans l'eau à cause du risque de l'infiltration d'eau dans les roulements du moteur.

1. Asennus - FI

Vaihe	Toimenpide
	
1	Sovita seinäläpiviennin MGO pituus irrottamalla sisäpuolinen vaippa (1) ja leikkaamalla eristettä (2).
2	Asenna vaippa takaisin (3).
3	Aseta MGO seinään (4).
	
4	Pida VVR paikallaan MGO:ssa (5).
5	Merkitse ja poraa reiät ja asenna sen jälkeen tulpat seinälaipan läpi.
6	Saumaa MGO:n ympärys.
	
7	Saumaa seinälaipan reunaa pitkin, jotta vesi ei pääse tunkeutumaan sisään.  Puurakenteisiin asennettaessa voi syntyä resonanssia. Resonanssi voidaan poistaa asentamalla asennuslaipan reikiin päätemuhvit, ennen kuin se ruuvataan kiinni.

2. Sähköliitäntä

Liitäntäjohto ja sähköliitäntä		Portaattomasti säädettävä	Suojattava ylikuormitukselta
1-vaihemoottori, jossa sisäänrakennettu lämpösulake	ruskea = L sininen = Nreg keltainen/vihreä = ⊕	x	
1-vaihemoottori, jossa jännitteetön lämpösulake	ruskea = L sininen = Nreg keltainen/vihreä = ⊕ 2 x musta = jännitteetön lämpösulake	x	x*)
3-vaihemoottori	ruskea = L1 sininen = L2 musta = L3 keltainen/vihreä = ⊕		x

*) Esim. lämpösulakkeen ohjaama kosketin.

Työ- katkaisija

VVR vaatii lisäsuojauksen vahvavirtasäädöksen mukaisesti. Kaikki navat katkaiseva työkatkaisija on asennettava välittömästi ennen VVR:ää. Pienin katkaisuetäisyys 3 mm. Maksimivaroke 10 A.

Takuu

EXHAUSTO myöntää puhaltimelle kahden vuoden tehdastakuun laskun päiväyksestä alkaen.

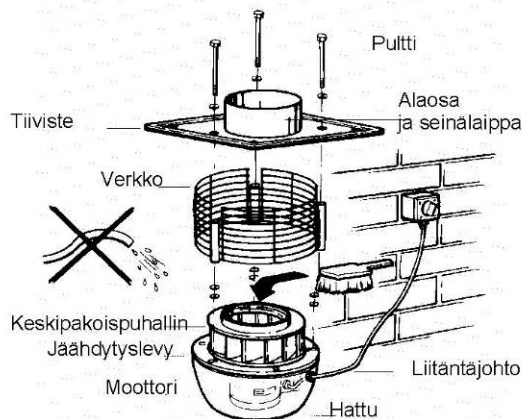
Moottori

VVR:n moottori on sijoitettu ilmavirran ulkopuolelle, ja se on suljettu epätahtimoottori, jossa on huoltovapaat erikoiskuulalaakerit. Laakerien vaihdon saa suorittaa vain EXHAUSTO SERVICE.

Moottorin kotelointiluokitus on IP54 ja eristysluokitus F (155 °C).

3. Puhdistus

Puhallin on puhdistettava tarvittaessa harjalla ja mahdollisesti saippuavedellä.



Puhallinta ei saa huuhdella tässä asennossa, sillä vettä voi päästä moottorin laakereihin.

EXHAUSTO A/S

Odensevej 76
DK-5550 Langeskov
Tel.: +45 6566 1234
Fax: +45 6566 1110
exhausto@exhausto.dk
www.exhausto.dk

EXHAUSTO GmbH

Am Ockenheimer Graben 40
D-55411 Bingen-Kempton
Tel.: +49 6721 9178-112
Fax: +49 6721 9178-97
info@exhausto.de
www.exhausto.de

EXHAUSTO NORGE A/S

Lilleakerveien 25
N-0283 Oslo
Tel.: +47 2412 4200
Fax: +47 2412 4201
post@exhausto.no
www.exhausto.no

EXHAUSTO Ventilation Ltd.

Unit 1, Pelham Court
Pelham Place
Broadfield - Crawley
West Sussex - RH11 9SH
Tel. +44 (0) 1293 511555
Fax +44 (0) 1293 533888
info@exhausto-ventilation.co.uk
www.exhausto-ventilation.co.uk

EXHAUSTO AB

Verkstadsgatan 13
S-542 33 Mariestad
Tel.: +46 501 39 33 40
Fax: +46 501 39 33 41
info@exhausto.se
www.exhausto.se

SCAN-PRO AG

Postfach 74
CH-8117 Fällanden
Tel.: +41 43 355 34 00
Fax: +41 43 355 34 09
info@scanpro.ch
www.scanpro.ch

EXHAUSTO Suomi

Nummiperkontie 21
FI-21250 Masku
Tel.: +358 45 113 2628
Fax: +358 2 432 0013
info@exhausto-ventilation.fi
www.exhausto-ventilation.com

INATHERM B.V.

Vijzelweg 10
NL-5145 NK Waalwijk
Tel.: +31 416 317 830
Fax: +31 416 342 755
sales@inatherm.nl
www.inatherm.nl

BM Vallá hf

Stórhöfda 23
IS-110 Reykjavík
Tel.: +354 530 3400
Fax: +354 530 3401
bmvala@bmvala.is
www.bmvala.is

Bilag F9:

Ventilation af krybekælder (passiv)

Vedlagte produktblade mv. er blot eksempler på materialer/komponenter der kan anvendes

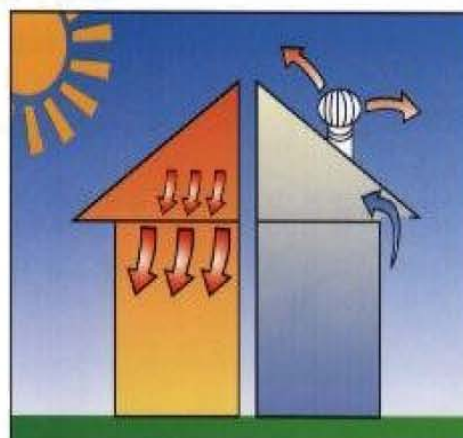


Turbine Ventilation for Homes, Soils, Wells, Sewers, Etc.



Winter

Without ventilation, moisture air rises and condenses in roof spaces. Dampness is trapped



Summer

Without ventilation, heat from the roof space radiates into the home and can also limit the performance of insulation

Heat and moisture in roof spaces can affect personal comfort levels in the home and the condition of roof timbers.

Heat

During summer months temperatures in roof spaces can reach as high as 60°C. This heat radiates downwards causing discomfort in living areas and forcing air conditioners to work harder. Even the effectiveness of ceiling insulation can be reduced by the additional heat load.

Moisture

During the colder months, water vapour from showers and cooking is drawn into roof spaces and can condense to form up to 12 litres of moisture per day. This can render insulation ineffective, cause mildew on walls and ceilings and contribute to a damp environment.

Problems associated with heat and moisture in the roof can be avoided by the installation of adequate ventilation systems. We supply a range of quality turbine ventilators for homes including:

Other Applications

Our vents have been used in a variety of applications, including eco-toilets, portable toilets, public toilets, sewers, solid waste dumps, fume cupboards and sub-floor. Anywhere the environment is contaminated by pollutants and chemicals.

Nørregade 23-25 · DK-7280 Sdr. Felding · Tlf + 45 97 37 42 92 · Fax + 45 97 37 47 48 · e-mail: mail@rotek.dk · <http://www.rotek.dk>

A/S reg. nr.: 190407 · Vat. no/SE-nr.: 14093699 · Reg. nr. 3231 · Kto. nr. 3483004575 · S.W.I.F.T. DABADKKK



SupaVent 10"

Our premier ventilator. SupaVent is a world first - manufactured from ABS polymer with a vertical vane design. It provides the following product advantages:



- Superior performance in light breezes.
- Attractive design complements most homes.
- Won't rust or corrode.
- Twin precision stainless steel bearings underpin 15 year warranty.
- Withstands severe wind (up to 240 km/h) and rain.
- Fits all roof types.
- Simple and inexpensive to assemble in export markets.

SupaVent 10" Capacity

Wind speed (metres/sec.)	Exhaust volume (m3/hour)
1,7 m/s	616 m3/h
2,2 m/s	709 m3/h
3,3 m/s	911 m3/h
4,4 m/s	1116 m3/h
5,6 m/s	1358 m3/h

Cont...

Nørregade 23-25 · DK-7280 Sdr. Felding · Tlf + 45 97 37 42 92 · Fax + 45 97 37 47 48 · e-mail: mail@rotek.dk · <http://www.rotek.dk>

A/S reg. nr.: 190407 · Vat. no./SE-nr.: 14093699 · Reg.nr. 3231 · Kto.nr. 3483004575 · S.W.I.F.T. DABADKKK



Turbo Ventura:



- A smaller version of the Supa Vent.
- Turbo Ventura is designed to operate efficiently at very low wind speeds.
- It is ideal for ventilation of smaller roof spaces or sheds.

Turbo Ventura 6" Capacity

Wind speed (metres/sec.)	Exhaust volume (m3/hour)
1,7 m/s	223 m3/h
2,2 m/s	255 m3/h
3,3 m/s	328 m3/h
4,4 m/s	403 m3/h
5,6 m/s	493 m3/h

Nørregade 23-25 · DK-7280 Sdr. Felding · Tlf + 45 97 37 42 92 · Fax + 45 97 37 47 48 · e-mail: mail@rotek.dk · <http://www.rotek.dk>

A/S reg. nr.: 190407 · Vat. no/SE-nr.: 14093699 · Reg.nr. 3231 · Kto.nr. 3483004575 · S.W.I.F.T. DABADKKK

Bilag F10:

Ventilation af kapillarbrydende lag
(passiv med luftindtag)

*Vedlagte produktblade mv. er blot eksempler på
materialer/komponenter der kan anvendes*

Bilag F10.1, side 1

Ventilation af kapillarbrydende lag (passiv med luftindtag)

Fyns Amt/Miljøstyrelsen – Amdsafværg, Projekt Tidlig indsats
Ridepladsen 3, Nordborg



Afkastsrør fra ventilationsdræn samt luftindtag



Ventilationstest efter endt installation



Monteringsstuds, galvaniseret stål



Afkastsrør og vindhætte

Bilag F10.1, side 2

Ventilation af kapillarbrydende lag (passiv med luftindtag)

Fyns Amt/Miljøstyrelsen – Amtsafværge, Projekt Tidlig indsats
Ridepladsen 3, Nordborg



Frigravning – underjordisk rørføring



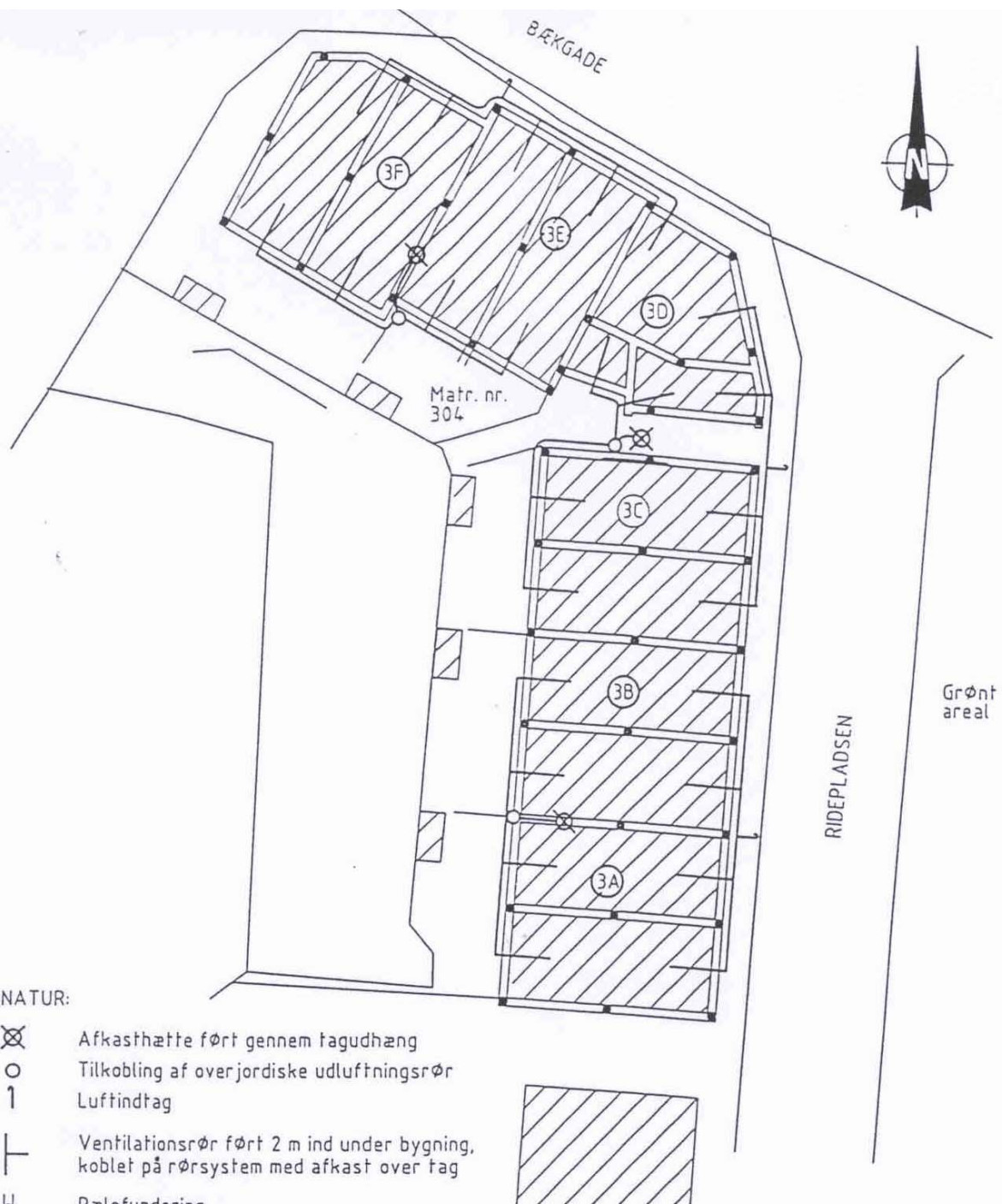
Frigravning af fundament (installation af dræn)



Underjordisk rørføring



Maskinel indboring af dræn



SIGNATUR:

- ⊗ Afkasthætte ført gennem tagudhæng
- Tilkobling af overjordiske udluftningsrør
- ┃ Luftindtag
- └ Ventilationsrør ført 2 m ind under bygning, koblet på rørsystem med afkast over tag
- ┃ Pælefundering

A	1. UDGAVE	12.03.99	MMN/Ann		
Udgave	Betegnelse/Revision	Dato	Udført	Kontrol	Godkendt
Sag	Ridepladsen 3, Nordborg	Sag nr.	98.237.01		

Emne: SITUATIONSPLAN – VENTILATION
Tegn nr., Udgave: 2 A

Cad-File G:\SAG\98\237.01\teg\T02-1203

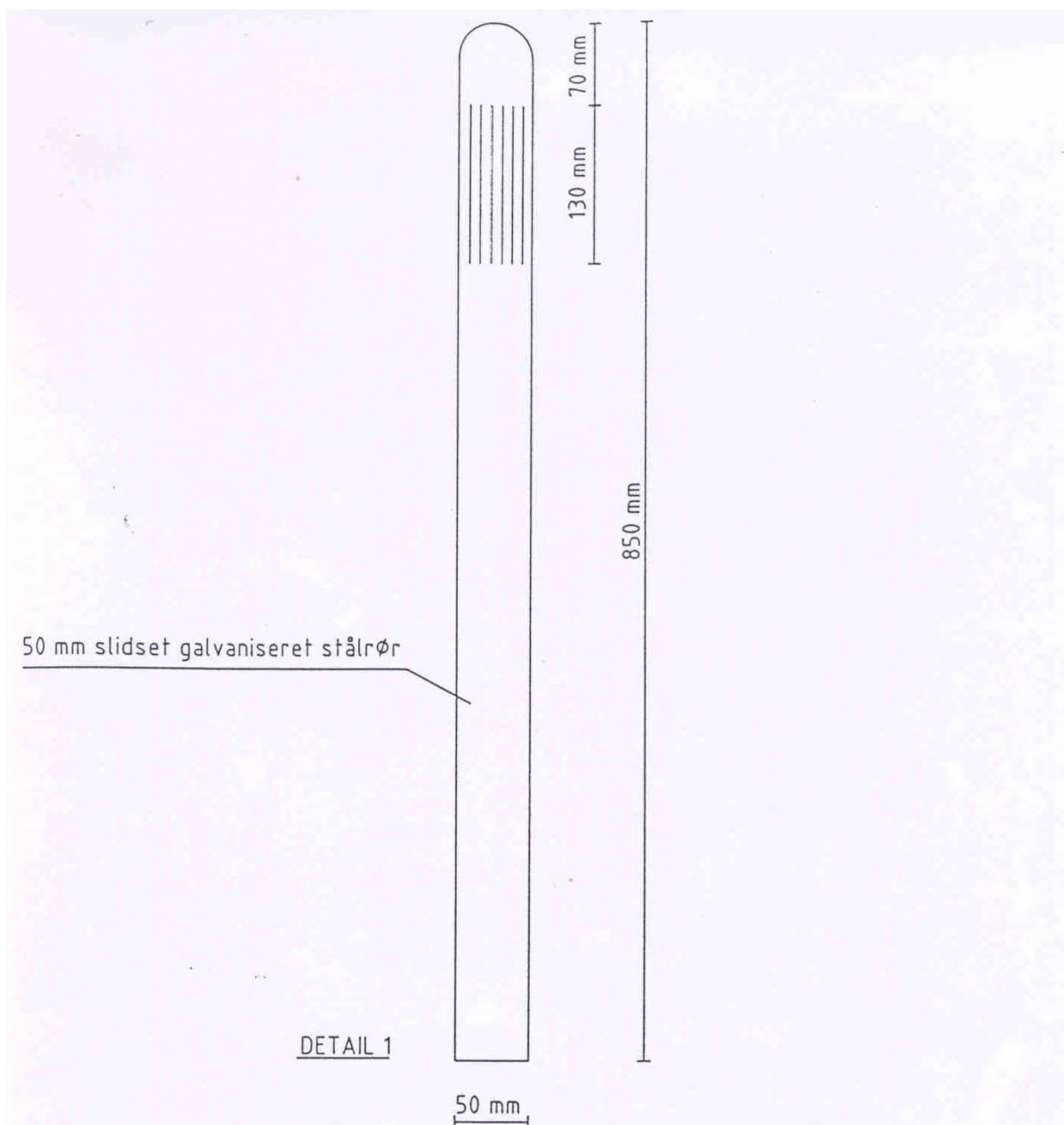
Målestok 1:250

NIRAS

Rådgivende Ingeniører

NIRAS
Digtervejen 11
9200 Aalborg SV

Telefon 9818 1344
Telefax 9818 3328
E-mail niras@niras.dk



C	3. UDGAVE	12.09.00	MMN/Ann		
B	2. UDGAVE	10.02.00	MMN/Ann		
A	1. UDGAVE	12.03.99	MMN/Ann		
Udgave	Betegnelse/Revision	Dato	Udført	Kontrol	Godkendt
Sag	Ridepladsen 3, Nordborg	Sag nr.	98.237.01		

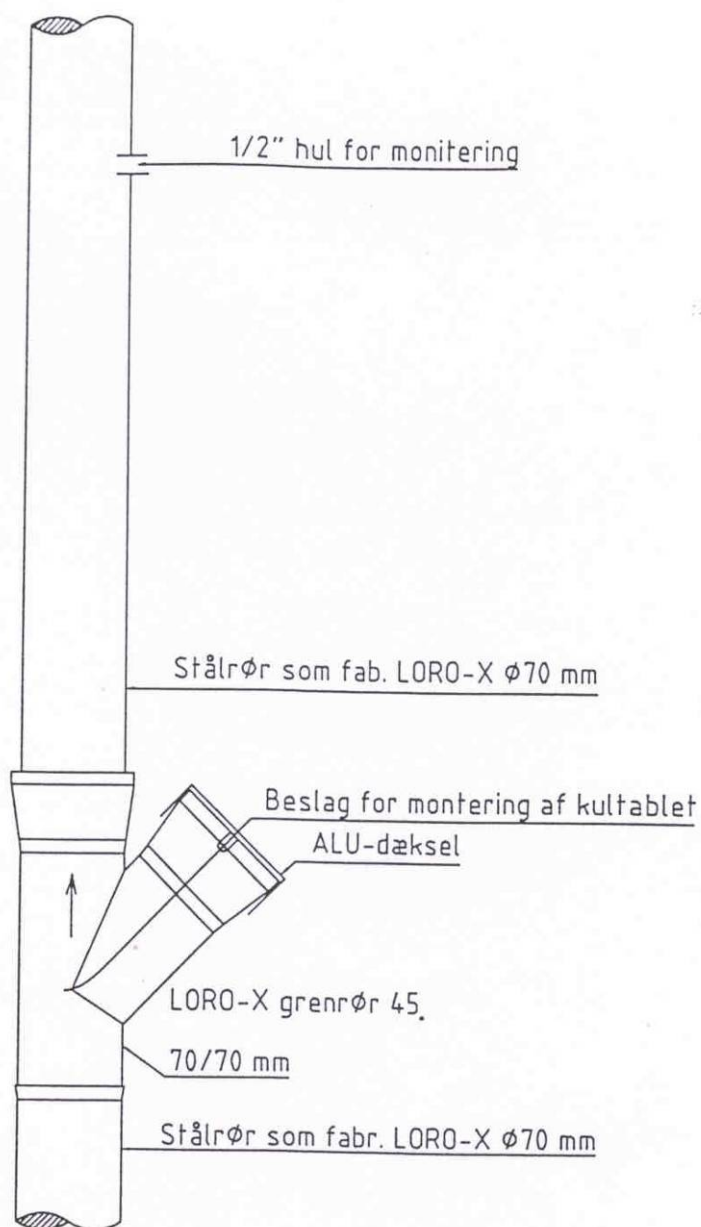
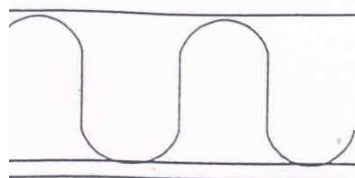
Emne	PRINCIPSKITSE – LUFTINDTAG	Tegn nr., Udgave	4 C
Cad-File	G:\SAG\98\237.01\teg\T-04.dwg	Målestok	ca. 1:10 /1:5

NIRAS

Rådgivende ingeniører
og planlæggere A/S
Tilsluttet F.R.I.

NIRAS
Vestre Havnepromenade 9
9000 Ålborg

Telefon 9630 6400
Telefax 9630 6474
E-mail niras@niras.dk



DETAIL 1

B	2. UDGAVE	10.02.00	MMN/Ann		
A	1. UDGAVE	12.03.99	MMN/Ann		
Udgave	Betegnelse/Revision	Dato	Udført	Kontrol	Godkendt
Sag		Sag nr.	98.237.00		

Ridepladsen 3, Nordborg

Emne

PRINCIPSKITSE – UDLUFTNING

Tegn nr., Udgave

3 B

Cad-File G:\SAG\98\237.01\teg\T-03.dwg

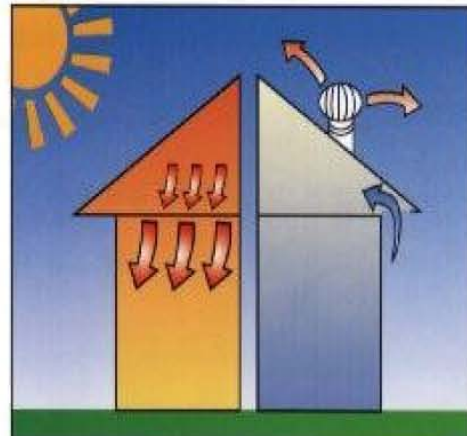
Målestok ca. 1:10 / 1:5

Turbine Ventilation for Homes, Soils, Wells, Sewers, Etc.



Winter

Without ventilation, moisture air rises and condenses in roof spaces. Dampness is trapped



Summer

Without ventilation, heat from the roof space radiates into the home and can also limit the performance of insulation

Heat and moisture in roof spaces can affect personal comfort levels in the home and the condition of roof timbers.

Heat

During summer months temperatures in roof spaces can reach as high as 60°C. This heat radiates downwards causing discomfort in living areas and forcing air conditioners to work harder. Even the effectiveness of ceiling insulation can be reduced by the additional heat load.

Moisture

During the colder months, water vapour from showers and cooking is drawn into roof spaces and can condense to form up to 12 litres of moisture per day. This can render insulation ineffective, cause mildew on walls and ceilings and contribute to a damp environment.

Problems associated with heat and moisture in the roof can be avoided by the installation of adequate ventilation systems. We supply a range of quality turbine ventilators for homes including:

Other Applications

Our vents have been used in a variety of applications, including eco-toilets, portable toilets, public toilets, sewers, solid waste dumps, fume cupboards and sub-floor. Anywhere the environment is contaminated by pollutants and chemicals.

Nørregade 23-25 · DK-7280 Sødr. Felding · Tlf. + 45 97 37 42 92 · Fax + 45 97 37 47 48 · e-mail: mail@rotek.dk · <http://www.rotek.dk>

A/S reg. nr.: 190407 · Vat. no/SE-nr.: 14093699 · Reg.nr. 3231 · Kto.nr. 3483004575 · S.W.I.F.T. DABADKKK



SupaVent 10"

Our premier ventilator. SupaVent is a world first - manufactured from ABS polymer with a vertical vane design. It provides the following product advantages:



- Superior performance in light breezes.
- Attractive design complements most homes.
- Won't rust or corrode.
- Twin precision stainless steel bearings underpin 15 year warranty.
- Withstands severe wind (up to 240 km/h) and rain.
- Fits all roof types.
- Simple and inexpensive to assemble in export markets.

SupaVent 10" Capacity

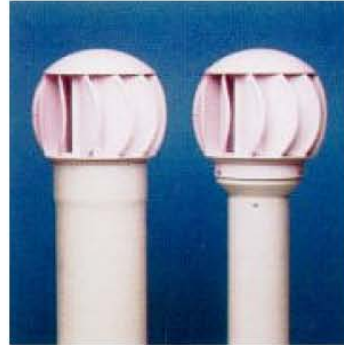
Wind speed (metres/sec.)	Exhaust volume (m3/hour)
1,7 m/s	616 m3/h
2,2 m/s	709 m3/h
3,3 m/s	911 m3/h
4,4 m/s	1116 m3/h
5,6 m/s	1358 m3/h

Cont...

Nørregade 23-25 · DK-7280 Sdr. Felding · Tlf + 45 97 37 42 92 · Fax + 45 97 37 47 48 · e-mail: mail@rotek.dk · <http://www.rotek.dk>

A/S reg. nr.: 190407 · Vat. no/SE-nr.: 14093699 · Reg.nr. 3231 · Kto.nr. 3483004575 · S.W.I.F.T. DABADKKK

Turbo Ventura:



- A smaller version of the Supa Vent.
- Turbo Ventura is designed to operate efficiently at very low wind speeds.
- It is ideal for ventilation of smaller roof spaces or sheds.

Turbo Ventura 6" Capacity

Wind speed (metres/sec.)	Exhaust volume (m ³ /hour)
1,7 m/s	223 m ³ /h
2,2 m/s	255 m ³ /h
3,3 m/s	328 m ³ /h
4,4 m/s	403 m ³ /h
5,6 m/s	493 m ³ /h

Nørregade 23-25 · DK-7280 Sødr. Felding · Tlf. + 45 97 37 42 92 · Fax + 45 97 37 47 48 · e-mail: mail@rotek.dk · <http://www.rotek.dk>

A/S reg. nr.: 190407 · Vat. no/SE-nr.: 14093699 · Reg.nr. 3231 · Kto.nr. 3483004575 · S.W.I.F.T. DABADKKK

Bilag F10.2

Ventilation af kapillarbrydende lag (aktiv med luftindtag)

Fyns Amt/Miljøstyrelsen – Amtsafværge, Projekt Tidlig indsats
Vestergade 62, Tønder



Vestergade 62 - Tidligere renseri



Tidligere renseri

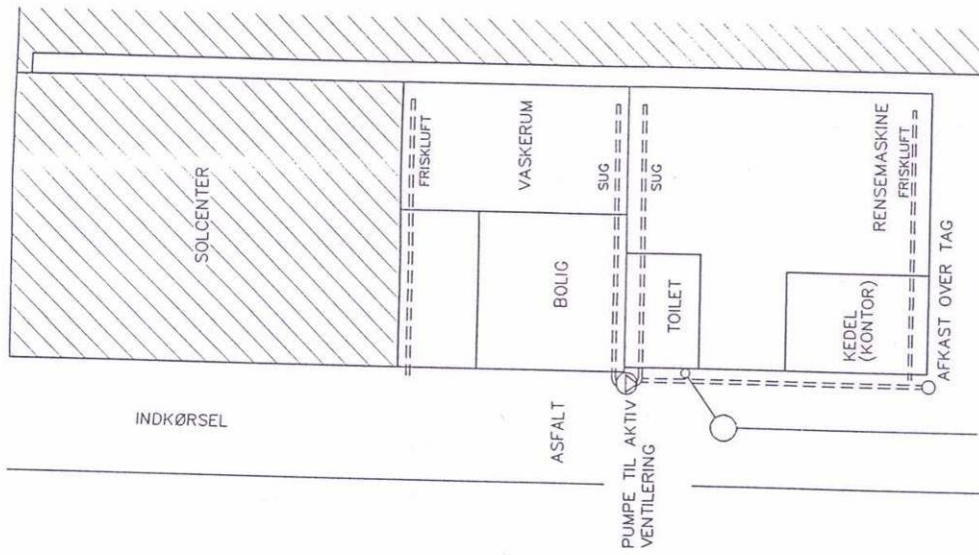


Vindhætte



Kraftige revner i eksisterende gulv





SIGNATURFÖRKLARING

===== DRENLEDNING
_____ KLOAKLEDNING

EVT. FASE 2

FASE 1

Udg.	Dato	Udarb.	Kontrol	Godk.
	2000-09-05	lak/PERN	JBM	FHE

Sag	Mål	1:100	Fil
RAMBØLL Jernbanegade 8 DK-8270 Tønder Tlf 74 72 36 94 Fax 74 72 02 33			

VESTERGADE 62, TØNDER
 SITUATIONSPLAN
 Tegnr. nr.: BILAG 1A

Bilag FII:

Ventilation af kapillarbrydende lag (aktivt med luftindtag)

Vedlagte produktblade mv. er blot eksempler på materialer/komponenter der kan anvendes

Bilag F11.1

Ventilation af kapillarbrydende lag (aktiv med luftindtag)

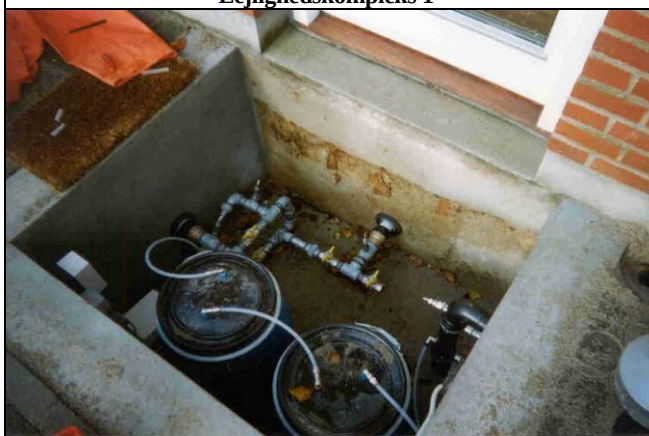
Fyns Amt/Miljøstyrelsen – Amdsafværg, Projekt Tidlig indsats
Nygårdsvej 42B, Esbjerg



Lejlighedskompleks 1



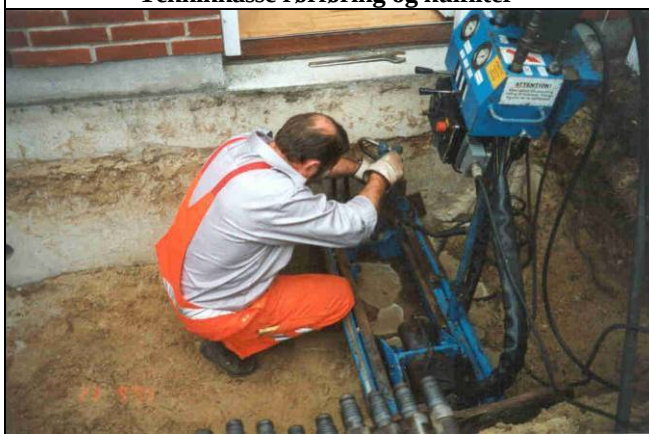
Lydisoleret dækplade i aluminium



Teknikkasse rørføring og kulfilter



Filterinstallation



Installation ved styret underboring



Afkast ført over tagrende



Signaturer:

- P4▲ Poreluftprøve
 △ Tidl. poreluftprøve
 1.131,4 Poreluftkoncentration, (sum af
 klørede opløsningsmidler), $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 1) Pumpet 9,7 l luft 2) Pumpet 1,0 l luft

HEDESELSKABET

Miljø og Energi as
 Viborg

Klostermarken 12
 8800 Viborg

Telefon 86 67 61 11
 Telefax 86 67 12 50



Sag:

Skitseprojekt for afværgeforanstaltninger, Nygårdsvej 42B, Esbjerg

Sag nr:

22498039

Emne:

Poreluftprøvetagningssteder og koncentrationer

Mål:

1:250

Kotesystem:

Dato:

19.03.99

Sagsbehandler:

HRL

Tegnet:

JON

Udført:

Godkendt:

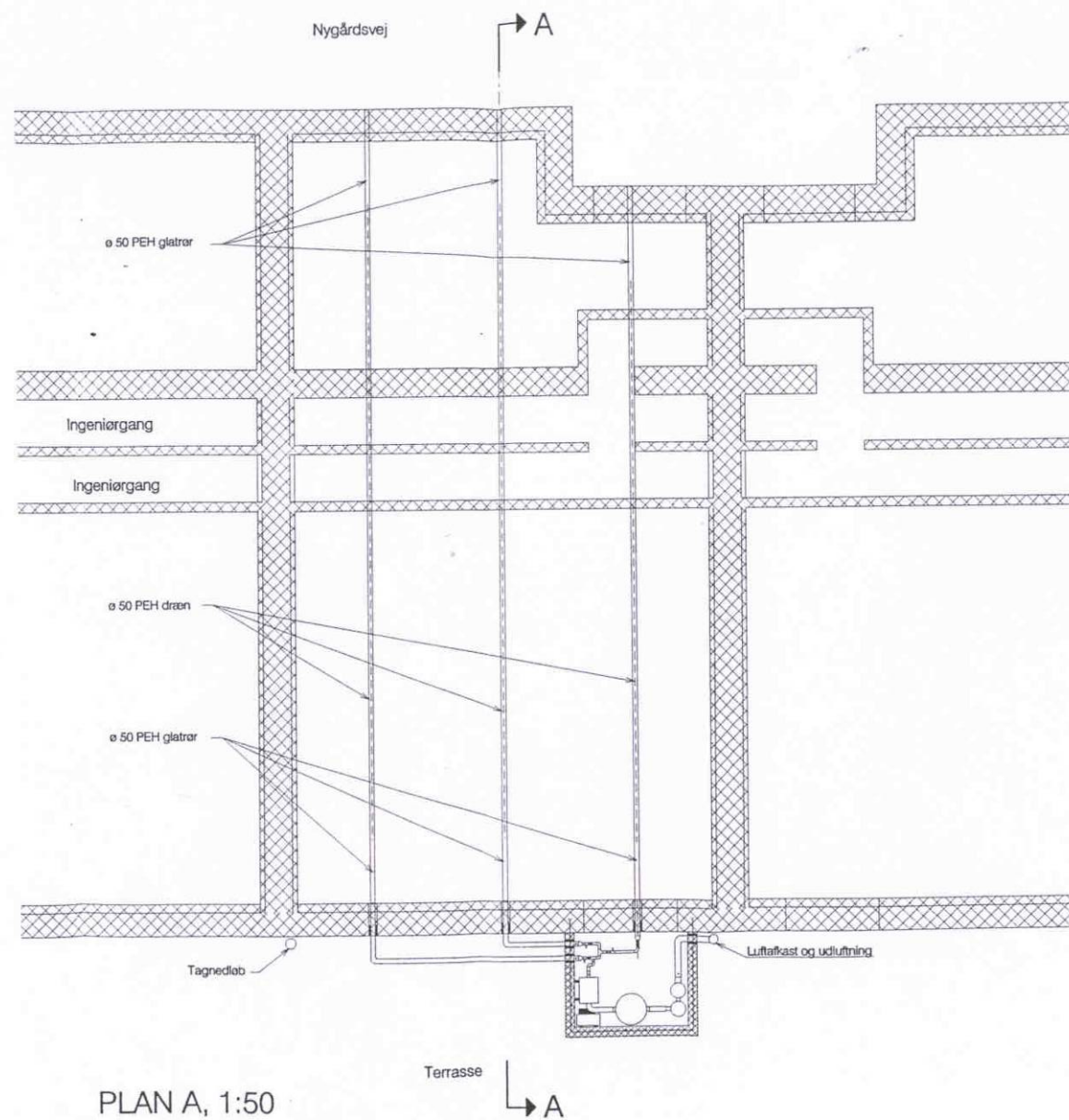
Kontrol:

Bilag nr:

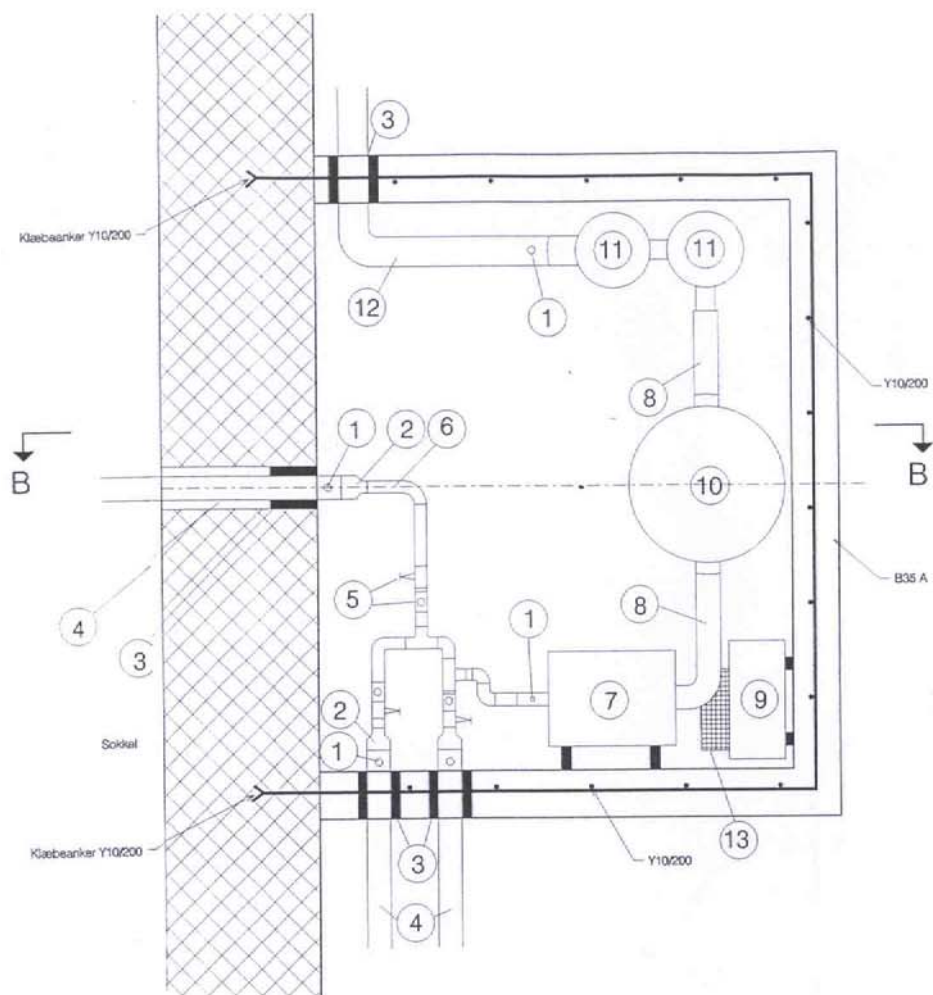
1

Rev:

0



PLAN A, 1:50
 Underføring af dræn samt lyskasse for teknik

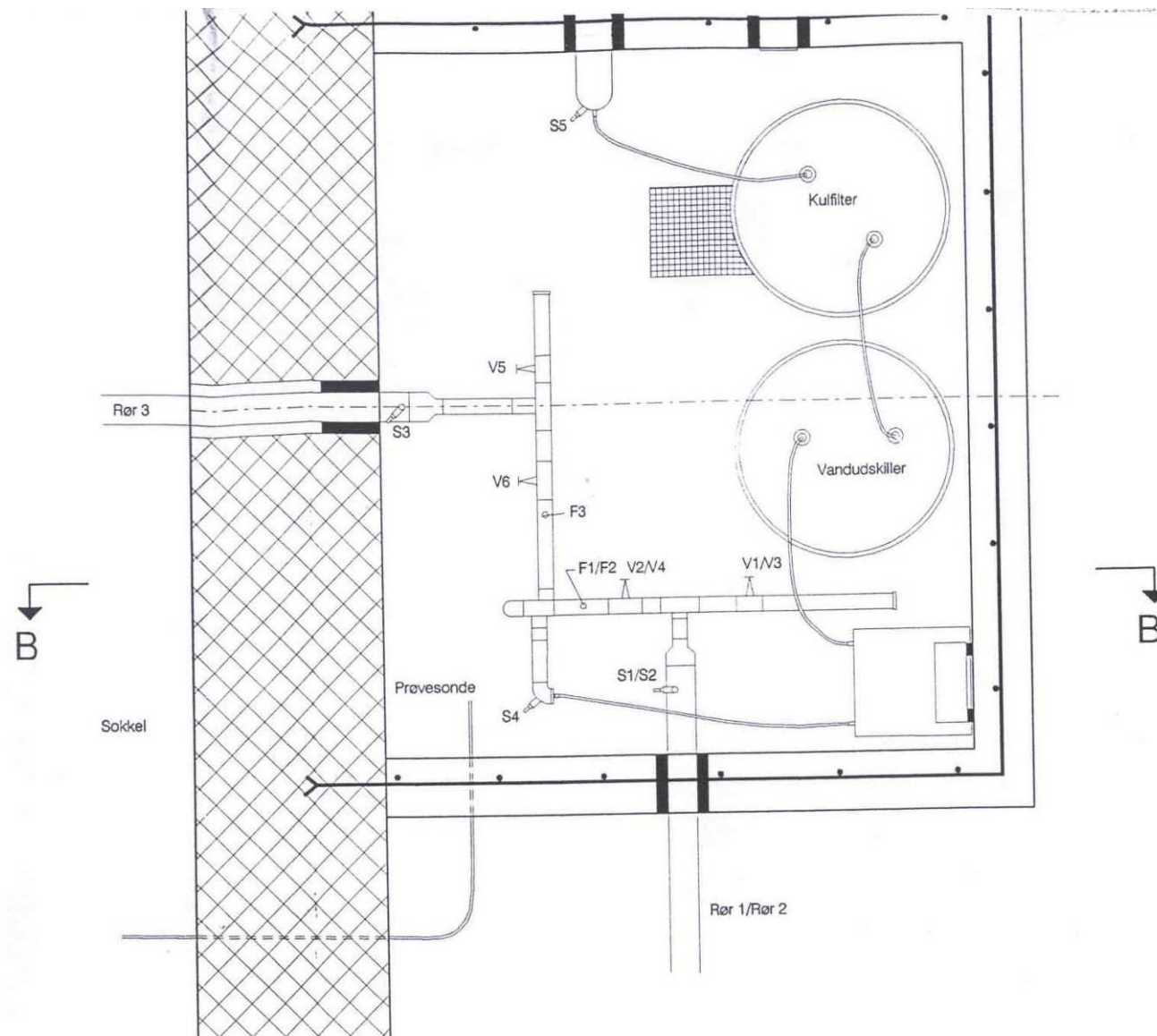


Plan B-B, 1:10 Lyskasse for teknik.

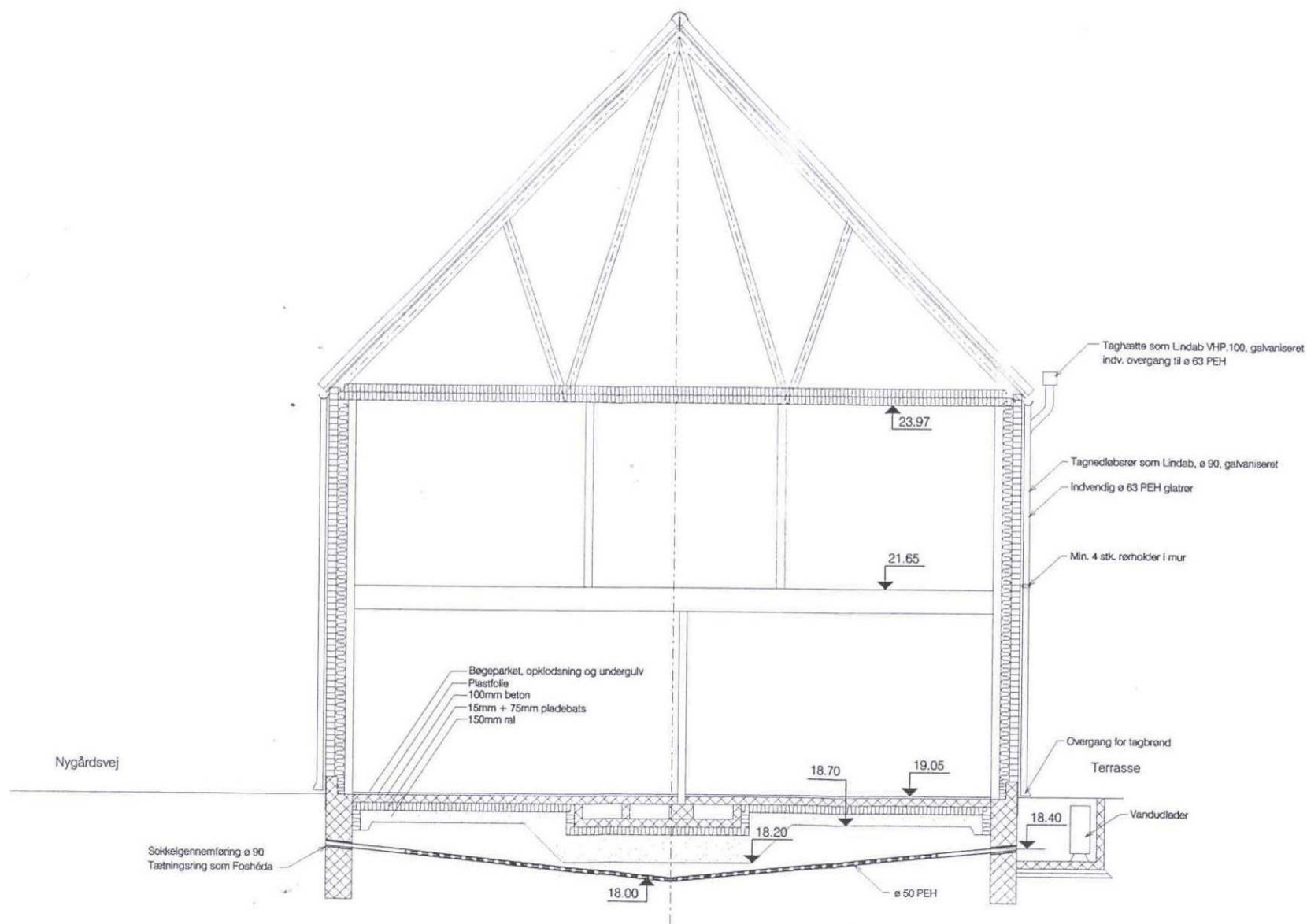
Pos.	Stk.	Emne
1	5	Slangestuds m. gevind, 1/4"x14x12
2	3	Overgangsnipl 50x1"
3	6	ø50/100 gummitætningsring som Forsheda
4	3	ø50 mm PEH Udluftningsdræn
5	6	1" kugleventil som fabr. EGO TYP 3372-TN30, VVS nr. 419550
6	-	1" galv. rør, fittings, middelsvære
7	1	Membran-sugepumper som fabr. type Rotek-YP70
8	-	ø50 mm PE-flexslange, armeret
9	1	Elboks / Sikringsgruppe / Sikkerhedsafb.
10	1	Vandudlader
11	2	Aktivt kulfilter, ø160, l=600, som fabr. Rotek
12	1	ø63 mm PEH glatrør for afkast luft
13	1	Afløbskål for gulv afløb, incl. vandlås og ø110 afløbsrør
14	1	Aluminiumsdørplade, 1350x1150x4, hængsler v. mur på 50x50 aluminiumsmurprofiljern m. sænket låsebeslag og håndtag
15	1	50 mm isolering, polystyren
16	1	Nitril-gummi tætningsliste, pålimet underside dørplade
17	2	ø160 mm PEH PN4, rør, L600
18	2	Tætsluttende aftageligt låg for pos. 17
19	2	Tætsluttende bund for pos. 17
20	1	Indgangsstuds ø40 mm
21	1	Forbindelsesrør mellem kulfilter ø40 mm
22	1	Afgangsstuds ø63 mm
23	2	Aftapningsstuds for kondens 3/4" incl. kugleventil
24	1	Ventilationshætte, som fabr. Lindab, type VH 100 galv.
25	1	Ventilationsrør PEH ø100

NOTE:
Alle ubenævnte mål i mm

Sag Nygårdsvej 42B, Afværgeforanstaltninger						 Miljø og Energi as	
Emne Plan og snit for udluftningssystem						Sag nr. 22498039 Målforskel 1:50, 1:10, 1:5 Kotesystem DNN	
Dato 09.07.1999	Sagsansvarlig HRL	Projekteret HSM	Tegnet JON/HSJ	Kontrol	Godkendt	Tegn. nr. 03	Rev.
						Klosterrmarken 12 8800 Viborg Telefon 86 67 61 11 Telefax 86 67 51 01 ms-vib@hedeselskabet.dk	
HEDESELSKABET							



Plan B-B, 1:10 Lyskasse for teknik.

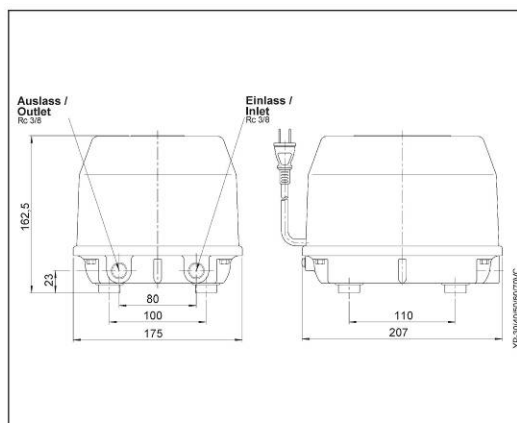


SNIT A-A, 1:50

Underføring og sockelgennemføring af dræn, indgang til lyskasse for teknik

Linear Diaphragm Pumps YP-30VC, YP-40VC, YP-50VC, YP-60VC, YP-70VC

Flow at rated pressure 33 to 73 l/min



Pneumatic Data					
Description	YP-30VC	YP-40VC	YP-50VC	YP-60VC	YP-70VC
Part number	52500401	52500402	52500054	52500067	52500073
Flow at rated pressure	33 l/min	43 l/min	58 l/min	66 l/min	73 l/min
Rated pressure	±120 mbar	±120 mbar	±120 mbar	±120 mbar	±180 mbar
Operating range	-200 to 200 mbar	-200 to 200 mbar	-200 to 200 mbar	-200 to 200 mbar	-200 to 200 mbar

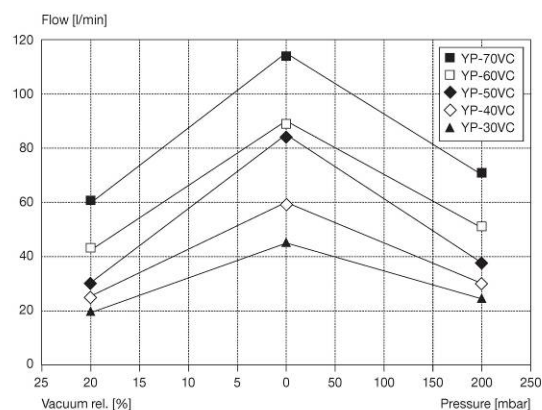
Electrical Data					
Motor type	Linear drive	Linear drive	Linear drive	Linear drive	Linear drive
Voltage	230 V 50/60 Hz	230 V 50/60 Hz	230 V 50/60 Hz	230 V 50/60 Hz	230 V 50/60 Hz
Power consumption at rated pressure	37 W	40 W	46 W	59 W	85 W

General Data					
Ambient temperature	-10 to 40 °C	-10 to 40 °C	-10 to 40 °C	-10 to 40 °C	-10 to 40 °C
Weight	4,8 kg	5,1 kg	5,5 kg	5,9 kg	6,2 kg
Inlet/outlet	Rc 3/8	Rc 3/8	Rc 3/8	Rc 3/8	Rc 3/8
Average noise level	37 dB (A)	39 dB (A)	41 dB (A)	46 dB (A)	48 dB (A)

Service Parts	Part Numbers				
Chamber block set	700019	700019	700020	700021	700022

All listed values are measured at standard atmospheric conditions and at 50 Hz.

Flow Curves



Supplied as standard:

Cable/Euro-plug

Accessories:

Tube connector I.D. 14 mm
(part number 31644)

Service parts:

Chamber block consists of:
2 x Pump head with valves
2 x Diaphragm
2 x Diaphragm ring
2 x Diaphragm nut
2 x Diaphragm washer

5250... Stock programme

The information presented in this material is based on technical data and test results of nominal units. It is believed to be accurate and reliable and is offered as an aid to help in the selection of Thomas products. It is the responsibility of the user to determine the suitability of the product for the intended use and the user assumes all risk and liability whatsoever in connection therewith. Thomas does not warrant, guarantee or assume any obligation or liability in connection with this information.

THOMAS
A Gardner Denver Product



Kom og besøg ROTEK A/S på vores stand på Danmiljø hvor vi introducerer et nyt udstyr til:

Akut afskæring af forurening

Rotek A/S har i samarbejde med Carl Bro A/S udviklet et effektivt, og enkelt udstyr til akut afskæring af forurening, der afdamper til indeklime fra jorden under en bygning. Indeklimaproblemer kan med udstyret afhjælpes indenfor en kort tidshorisont og en meget **fordelagtig økonomisk** ramme. Metoden anvendes til vakuumventilering, der er afprøvet og vel-dokumenteret til oprensning af flygtige stoffer.



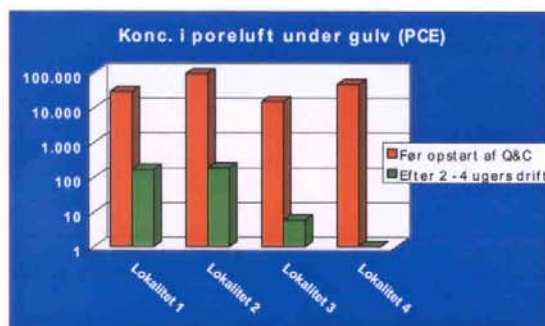
Udstyret:

Udstyret består af ventilationsdræn, der kobles til en standardiseret driftsenhed bestående af vakuumpumpe, vandudskiller, kulfilter, samt måleudstyr i form af vakuummeter og flowmåler. Ventilationsdrænen etableres under bebyggelsen, typisk vha. retningsstyret underboring. Vha. vakuum skabes en nedadrettet luftstrømning, hvorved afdampning fra forurening gennem bygningens gulv hindres.



Resultater:

Anlægget har været testet og afprøvet på en del lokaliteter. På nedenstående figur er resultater fra 4 forskellige lokaliteter vist, hvor den ene søjle repræsenterer koncentrationen før ventilering og den anden efter 2 – 4 ugers ventilering. På alle lokaliteter er forureningskoncentrationen nedbragt betydeligt og efter 1 – 6 måneder er miljøministeriets afdampningskriterium for indeklime opnået.



Fra: "ROTEK A/S - Poul-Erik Jakobsen" <poulerik@rotek.dk>
Til: Aarhus_AN_Dom.Aarhus_AN(MNJ)
Dato: 27. maj 2002 15:00:03
Emne: Vacuum-pumpe station

Kære Mette Nerup

Jeg har lidt data på vacuumpumpe stationen. Der kommer en komplet komponentliste i morgen.

Pumpe: Membranpumpe 70 l/min. Der kan monteres op til 4 stk., hvorved maks. ydelse bliver 280 l/min. Pumpe er forsynet med termosikring.

Timer: Såvel driftsperiode som stopperiode kan uafhængigt stilles mellem 0.6 sek og 60 min.

Rørføring: Kobberrør Ø15x12 mm

Hver enkelt streng er forsynet med flowmeter, vacuummeter og afspærringshane.

Hovedstrengen er forsynet med flowmeter og vacuummeter.

Vandudskiller og kulfilter i PEH Ø225 mm, højde 1000 mm.

Dimensioner på skab: 1200x1200x400 mm.

Pris med én pumpe: DKK 35.000

Håber i første omgang, at have informeret tilfredsstillende, er der spørgsmål, er jeg til disposition.

Med venlig hilsen/Kind Regards

ROTEK A/S

Poul-Erik Jakobsen

Tel omst./switchboard +45 9737 4292 Tel dir. +45 7589 0487 Fax dir. +45 7589 9487
e-mail: poulerik@rotek.dk www.rotek.dk

Bilag F12:

Sug i kapillarbrydende lag (aktiv uden luftindtag)

Vedlagte produktblade mv. er blot eksempler på materialer/komponenter der kan anvendes

Bilag F12.1

Ventilation af kapillarbrydende lag (aktiv uden luftindtag)

Fyns Amt/Miljøstyrelsen – Radonafværge, Projekt Tidlig indsats
Hus nr. 4185 – Radon 95 (Risø)



Ventilator på loftsrum

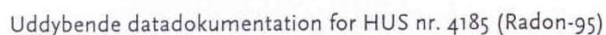


Kontrolboks med omdrejningsregulator og manometer,
monteret i bryggers



Afkastrør og ventilator ført under tag

Ventilation af kapillarbrydende lag, aktiv – uden luftindtag



Reference: (Forskningscenter Risø 1995)

Bilag F13:

Tætning af kloakker

Vedlagte produktblade mv. er blot eksempler på materialer/komponenter der kan anvendes

HepVO™



LUGTLÅS

Aflobssystem

HepVO™

– veldokumenteret med mere end 4 millioner installationer verden over



HepVO er en unik lugtlås kombineret med en vakuumventil, som forhindrer lugt fra husets afløbssystem i at komme ind i huset og er med til at opretholde trykbalancen i afløbsinstallationen.

For at opnå en lufttæt adskillelse mellem sanitetsgenstanden og afløbssystemet benytter HepVO en specialdesignet membran. Membranen åbnes af det vand, som skylles ud og lukker igen, når vandet er passeret.



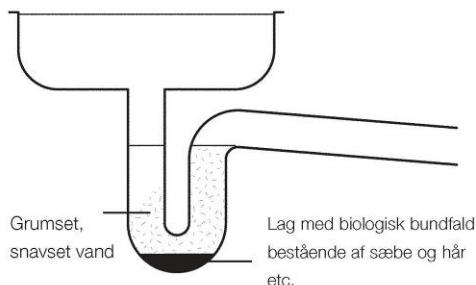
Fordele ved HepVO

HepVO giver en række fordele, både for systemdesigner, installatør og slutbruger.

- HepVO eliminerer vakuum i afløbssystemet ved at slippe luft igennem. Membranen lukker automatisk efter gennemstrømning og forhindrer derfor lugt fra husets afløbssystem i at trænge ind i huset.
- HepVO giver effektiv vandgennemstrømning, uanset vandmængde.
- HepVO er støjreducerende og giver ingen gurglelyde, hvilket kan forekomme i et ikke korrekt udluftet system med traditionelle vandlåse.
- HepVO skyller afløbsvandet ud uden at efterlade hår og andet bundfald, som kan give lugtgener og uønsket bakterievækst.
- HepVO tåler alle de kemikalier, der benyttes til stoppede afløb.
- HepVO lugtlukket er VA-godkendt.

Bemærk: HepVO lugtlåsen er konstrueret således at den lukker af for overtryk fra afløbsinstallationen. Bemærk at den ikke opfylder DS432 "Afløbsnormens" krav om at lugtlukket ikke må brydes af undertryk i installationen.

Figur 1. Problem med stillestående vand i en traditionel vandlås



Med HepVO undgår man følgende problemer, som kendetegner traditionelle vandlåse:



HepVO lugtlås



Dimension	Wavin nr.	VVS nr.
mm		
32	1445230	186650032
40	1445236	186650040

HepVO overgang lige



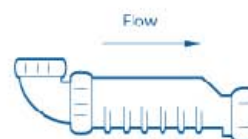
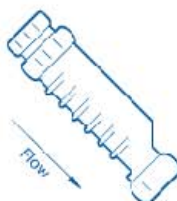
Dimension	Wavin nr.	VVS nr.
mm		
Lige		
32	1445232	186652032
40	1445238	186652040

HepVO vinkel 87,5°



Dimension	Wavin nr.	VVS nr.
Grader		
87,5°		
32	1445234	186651032
40	1445240	186651040

Montage – vandret eller lodret



Vandret montage

HepVO skal monteres således, at rillerne er på lugtlåsens underside. Lugtlåsen bør have en hældning på min. 10° for at undgå, at der bliver vand liggende i bunden af lugtlåsen. Ved vandret montering skal HepVO 87,5° vinkel bruges, da den er specielt designet til at lede vandet optimalt ind i lugtlåsen. Ved vandret montering skal rillerne være på undersiden af lugtlåsen. Så fungerer lugtlåsen optimalt.

Lodret montage

HepVO monteres lodret direkte på genstandens udløb.

Montage i ønsket vinkel

HepVO kan monteres i alle vinkler, og den skal i så fald tilsluttes en lige HepVO overgang.

NB! Husk at undersiden med synlige riller stadigvæk skal vende nedad.

Montage

HepVO indløbet forsynet med et 1 ¼" indvendigt gevind (32 mm) eller 1 ½" gevind (40 mm). Ved samling med rør benyttes en lige HepVO overgang. Alle omløbere kan spændes med håndkraft, det er ikke nødvendigt med værktøj.


wavin
HepVO™


Overlegen under overfladen

Wavins produkter er ikke synlige i det daglige. Skjult i vægge, gulve og under veje, parkeringspladser og landbrugsarealer bringer vores produkter moderne komfort ind i hverdagen – en komfort, som vi mennesker betragter som en selvfølge, men som kun kan bibringes gennem innovative, solide og sikre rørsystemer.

Wavin udvikler og fremstiller miljørigtige løsninger. Dette kommer til udtryk i vores valg af råvarer og produktionsteknologi. Vores systemer er miljøvenlige at installere, bruge og vedligeholde.

Wavin lægger vægt på at være en synlig virksomhed, der er på forkant med kundens ønsker og behov. Udover at opfylde kundens krav til det rent tekniske, tilbyder vi også rådgivning og gode logistikløsninger.

Wavin er repræsenteret i 28 europæiske lande og har med produktion i de fleste af disse lande adgang til et omfattende produktprogram og ikke mindst en omfattende viden om anvendelsen og transporten af disse produkter.


wavin
 Providing Essentials

www.wavin.dk

Resumé

Projektet er rettet mod lokaliteter, hvor der på et tidligt tidspunkt i undersøgelsesforløbet konstateres en risiko for uacceptable indeklimapåvirkninger fra forureninger med flygtige stoffer (typisk tri- eller tetrachlorethylen) ved eller under en bolig eller bygninger med anden følsom anvendelse. Projektet beskriver således forskellige byggetekniske tiltag til sikring af indeklimaet, herunder hjælp til valg af løsning og udførelse.



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

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

www.mst.dk