

# PRØVNINGSRAPPORT



STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT  
AALBORG UNIVERSITET KØBENHAVN

For:  
LIP Bygningsartikler A/S  
Industrivej 16  
DK-5580 Nørre Åby

BYGGERI OG SUNDHED  
A.C. MEYERS VÆNGE 15  
2450 KØBENHAVN SV  
SBI.DK

9940 2525  
INFO@SBI.AAU.DK  
EAN 5798000019034  
CVR 29 10 23 84

er på omstændige vilkår foretaget prøvning til bestemmelse af lufttætheden af materialer som ønskes anvendt til radonsikring af bygninger.

Prøvningen er udført efter prøvningsmetoden beskrevet i SBI rapporten 'Radon Tæthed' under udarbejdelse (2016) og ellers som aftalt

DATO 14. 08. 2017  
JOURNAL NR.: 843-00369

Side 1 af 11

med følgende resultat:

Resultatet af prøvningen angives ved et differenslufttryk på 30 Pa og hermed fås luftstrømmen gennem den afprøvede membran til:

$$q_{30} = 4,7 \text{ l/min}$$

15/8.17

Dato



Sagsansvarlig/Forskningschef

Rapporten må umiddelbart gengives i sin helhed – i uddrag kun såfremt uddraget er forhåndsgodkendt af SBI eller rapporten i øvrigt er offentlig tilgængelig. Rapportens resultater gælder kun det afprøvede.



Nærværende vilkår er gældende for Statens Byggeforskningsinstitut i forbindelse med prøvning og for udfærdigelse af nærværende prøvningsrapport:

JOURNAL NR.: 871-022

Side 2 af 11

1. For udførte prøvninger og udfærdigede prøvningsrapporter er instituttet ansvarlig over for rekvirenten i overensstemmelse med dansk rets erstatningsregler med de begrænsninger, som følger af punkt 2-6.
2. Instituttets prøvning og udfærdigelse af nærværende prøvningsrapport er sket på grundlag af den viden og den teknik, som instituttet råder over på prøvningstidspunktet. Institutet er ikke ansvarligt, hvis en senere udvikling måtte vise, at instituttets viden og teknik er mangelfuld eller urigtig.
3. Forvolder et af rekvirentens produkter skade, har instituttet intet ansvar for en sådan skadevoldelse,

**hvis** den skadevoldende adfærd er begået af rekvirenten, førend instituttets prøvningsrapport vedrørende produktet er afgivet af instituttet,

**hvis** det skadevoldende produkt ikke konkret har været afprøvet af instituttet, medmindre rekvirenten godtgør, at det skadevoldende er identisk med et af instituttet konkret afprøvet produkt, og

**hvis** skaden skyldes en egenskab ved produktet, eller en anvendelse af produktet, som enten ikke er prøvet og beskrevet i prøvningsrapporten, eller som afviger fra instituttets beskrivelse i prøvningsrapporten af produktegenskaben eller en mulig produktanvendelse.

4. Institutet har intet ansvar for skader, som indtræffer i forbindelse med en anvendelse af udtalelser fra instituttet, hvis det er angivet, at udtalelserne hviler på en skønsmæssig bedømmelse eller vurdering.
5. Uden for de i punkt 2-4 nævnte tilfælde kan instituttet gøres ansvarlig, såfremt det dokumenteres, at skade skyldes fejl eller forsømmelse fra instituttets side. Instituttets ansvar for skade på ting kan dog - medmindre andet udtrykkeligt er aftalt - aldrig overstige kr. 500.000 pr. skade. Institutet hæfter aldrig for tab af produktion, driftstab, avancetab og andet indirekte tab. Institutet kan ikke gøres ansvarlig for skader, som ikke skriftligt er gjort gældende inden 3 år efter nærværende prøvningsrapports dato.
6. Nedlægges der under en sag imod instituttet en påstand om erstatning, som rækker ud over de i punkt 2-5 fastsatte grænser for instituttets ansvar, er klienten pligtig at overtage førelsen af en sådan sag, hvis instituttet fremsætter begæring herom.  
I det omfang instituttet måtte blive pålagt ansvar - eller måtte afholde udgifter i øvrigt - som rækker ud over de i punkt 2-5 fastsatte grænser for instituttets ansvar, er rekvirenten pligtig at skadesløsholde instituttet herfor.

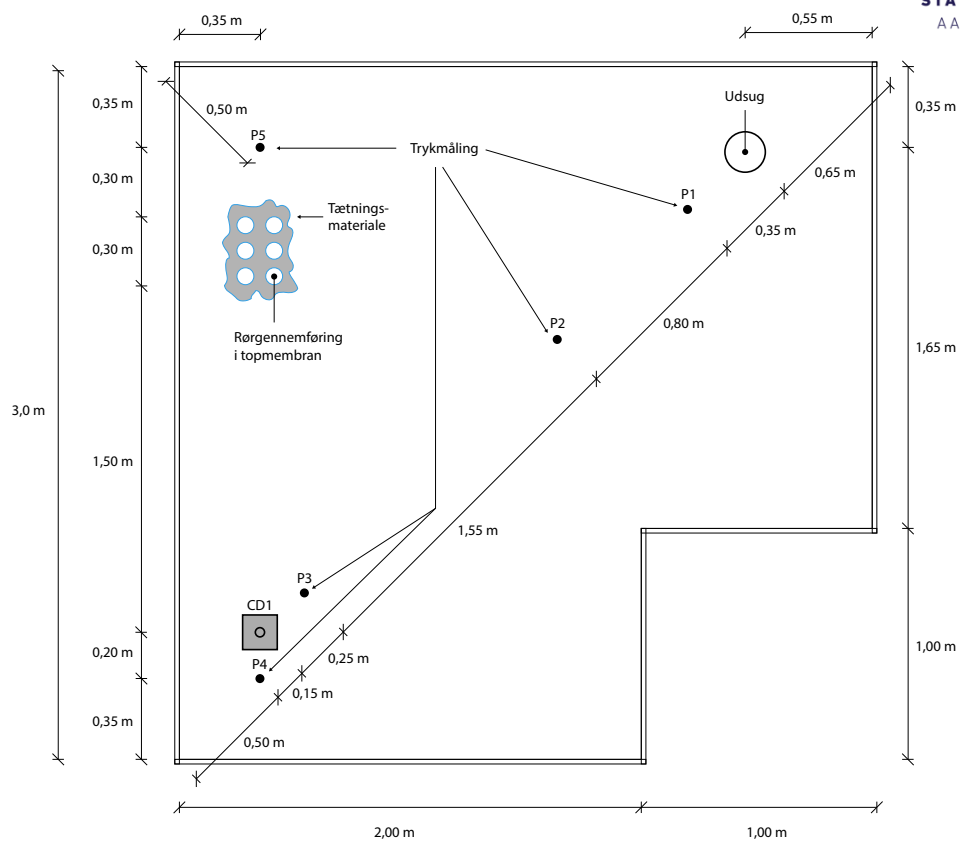
Der gøres opmærksom på, at Statens Byggeforskningsinstitut ikke har status som godkendende myndighed. Nærværende prøvningsrapport kan derfor ikke annonceres/omtales som en SBi-godkendelse.



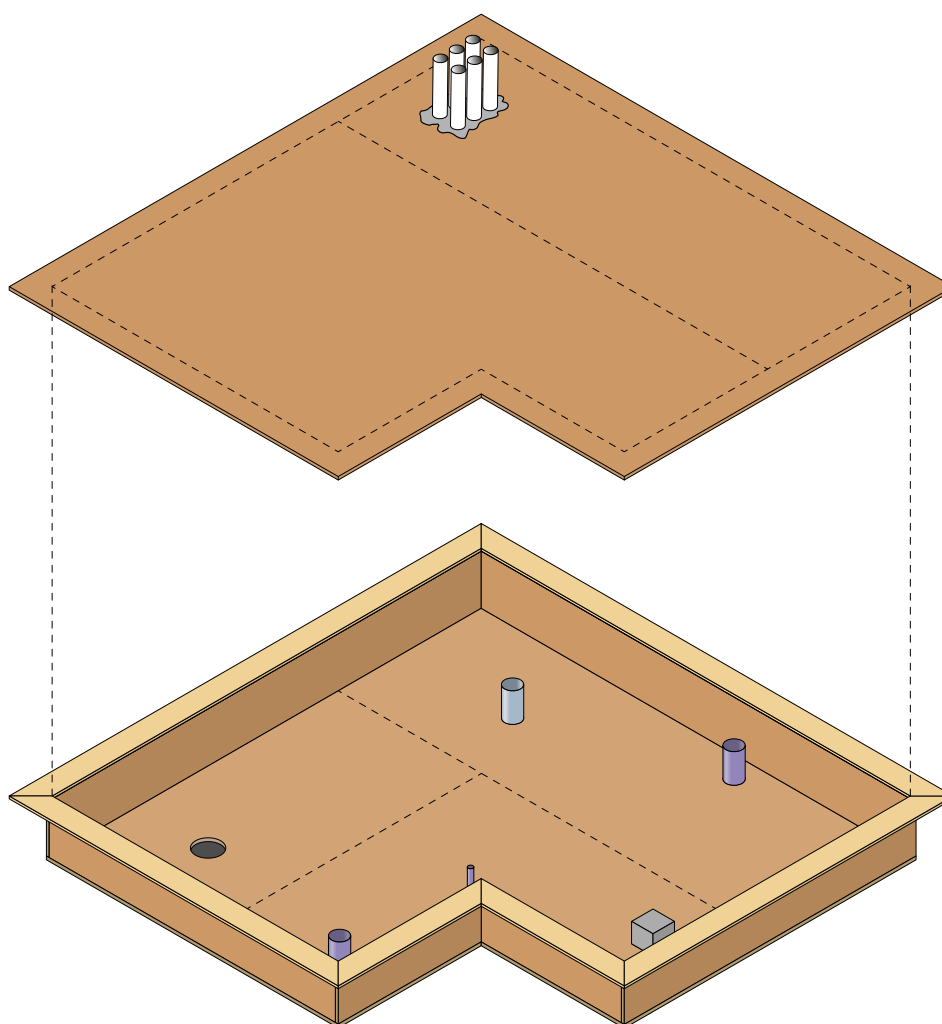
<b>Rekvirent</b>	LIP Bygningsartikler A/S Industrivej 16 DK-5580 Nørre Åby
<b>Kontaktperson</b>	Kristian Mortensen Per Gregersen
<b>Anledning</b>	Udført efter aftale i tilbud fra SBI af mail dateret 14.02.2017, accepteret den 20.02.2017
<b>Prøvningslaboratorium</b>	Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet København Afdelingen for Byggeteknik og Proces Ruut Hannele Peuhkuri, forskningschef
<b>Prøvningsansvarlig</b>	Thomas Cornelius, forsker Torben Valdbjørn Rasmussen, seniorforsker
<b>Rapportidentifikation</b>	Sag nr.: 871-022
<b>Opgavebeskrivelse</b>	At bestemme luftgennemstrømningen gennem materialet der ønskes anvendt til at begrænse indstrømning af radon. Materialet er lagt mod fast underlag, lodrette flader og dæk.
<b>Identifikation af forsøgsmateriale</b>	<p>En hydraulisk afbundet 2 komponent membran, LIP vådrumssystem 2-K: 1 x LIP Primer 54 ufortyndet (LIP VS20 Primer kan anvendes som alternativ). Kantforstærkninger: LIP Foliebånd/LIP Armeringsvæv 1 lag af LIP 2-K membran: LIP Folielim/Vandtætningsbinder og LIP Hvid Cement.</p> <p>Membranen blev af forsøgstekniske hensyn rullet på i 2 lag, da der ikke er hårdt underlag i forsøgsopstillingen. Membranen kan på fast underlag normalt påføres med spartel i 1 lag. Dette har ikke betydning for resultatet.</p> <p>Tætning om elektriker rør på overside: LIP Epoxyprimer LIP Elastisk Rørmanchet er anvendt omkring store rørsamlinger.</p>



<b>Prøveudtagning</b>	Membranen blev leveret af rekvirenten eller dennes underleverandører. Samlingsmetode ved gennemføringer, indadgående - og udadgående hjørner samt opkant er udført som anvist af leverandøren. Rekvirenten har stået for monteringen af membranen i prøvestranden.
<b>Prøveemner</b>	Materialet til radonsikring er monteret i prøvestandens bund og langs indvendige sider samt som overmembran i prøve-standen som anvist i prøvningsmetoden. Membranen er udlagt i et ca. 1 – 1,5 mm lag hvorpå er monteret LIP Foliebånd langs kanter og samlinger.
<b>Prøvningsmetode</b>	<p>Prøvningen udføres ved at materialet til radonsikring monteres på indersiden af prøvestanden som er udformet som en kasse. Prøvestanden fyldes derpå med trykfast isoleringsmateriale til varmeisolering. Ovenover den trykfaste isolering lægges materialet til radonsikring. Materialet til radonsikring lukker dermed prøvolumenet i prøvestanden, ved at samle den indvendige membran til radonsikring i prøvestanden med den radonsikring, der er lagt over den trykfaste isolering på fast underlag langs hele randen af prøvestanden. Randen er den kant som omkranser prøvestandens øvre kant og danner en vandret fast monteringsflade for samlingen af materialet, anvendt til radonsikring.</p> <p>Materialet til radonsikring vendes ved monteringen i prøvestandens bund og sider således at materialets overside vender ind i prøvolumenet.</p>
<b>Prøvningsapparat</b>	Prøvestand til måling af lufttæthed af materialer anvendt til radonsikring er vist i figur 1. Ligeledes er placeringen af blændeskive (CD1), målepunkter til bestemmelse af differenslufttryk(P1 til P5). Prøvestanden med monterede gennemføringer er vist i figur 2. Samlinger er vist med stiplede linjer.



Figur 1. Placering af luftudtag, Blændeskive med forskellige åbninger og punkter til måling af differenslufttryk.



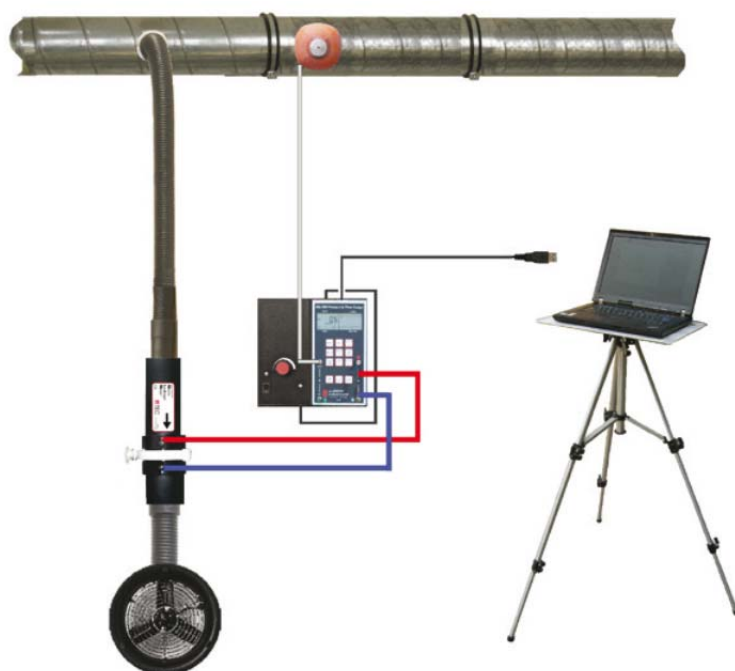
Målestoksforhold: 1:20 (ved A3)

Figur 2. Prøvestand til måling af lufttætheden af materialer anvendt til radonsikring. Samlinger i membranen er vist med stiplede linjer. Prøvestanden er vist med placeringen af hjørner og gennemføringer.

Udpumpning af luft fra prøvevolumenet foretages med en ventilator hvis rotation styres ved hjælp af en PC. Registrering af sammenhængende værdier for luftstrøm og differenslufttryk mellem luften i prøvevolumenet og den omgivende luft, atmosfæren, foretages ved hjælp af en PC tilsluttet en differensstrykmåler. PC programmet der anvendes er TECLOC3 fra BlowerDoor GmbH.

Yderligere består apparaturet af:

- En ventilator
- En differensstrykmåler monteret foran ventilatoren, der benyttes til at bestemme lufthastigheden gennem ventilator, se figur 3
- Differensstrykmåler der monteres til det fri, atmosfæren, og til prøvevolumenet i prøvestanden, og måler lufttrykforskellen mellem det fri, atmosfæren, og lufttrykket i prøvevolumenet i prøvestanden omsluttet af membranen til radonsikring, differenstryk måles i 5 punkter (P1 til P5), se figur 1.
- Slanger, der til sammen udgør Minneapolis Micro Leakage Meter, typen FD E51-767, se figur 3 og figur 4. Minneapolis Micro Leakage Meter, typen FD E51-767 kan måle luftmængder fra 0,09 til 79 m<sup>3</sup>/h.



Figur 3. Minneapolis Micro Leakage Meter, typen FD E51-767.



Figur 4. Enhed til bestemmelsen af luftstrømmen der pumpes ud af prøvevolumenet. Luftstrømmen over blænden måles.

Derudover består apparaturet af:

- Lufttæt monteringsstape
- Blændeskiver foran ventilator med hulstørrelsen 3,8 mm; 8,0 mm; 20 mm og 45 mm, se figur 4
- En blændeskive monteret i prøvestandens øvre membran med hulstørrelsen 7 mm; 10 mm, 14 mm og 20 mm, se figur 1 og figur 5.

Blændeskiver anvendes til at regulere lufthastigheden gennem prøvestand. Foran ventilatoren er én af de 4 blændeskiver placeret. Ved prøvning af meget tætte membraner anvendes større blænde, for mere nøjagtigt resultat. Der skal anvendes den samme blænde ved ventilator under hele prøvningen.

I prøvestandens øvre membran placeres én blændeskive med fire hulstørrelser, således at der kan gennemføres målinger ved forskellige åbninger i membranen op til et åbent areal på ca. 600 mm<sup>2</sup>, se figur 5. Der gennemføres prøvninger med flere forskellige åbninger i prøvestandens øvre membran.



Figur 5. Blændeskive placeret i oversidemembran. De enkelte huller kan blændes med tape, hvorved forskellige kombinationer af åbninger kan skabes.

**Leveringstidspunkt** Materialer for afprøvning leveret den 22. april 2017

**Prøvningsperiode** Forsøg udført d. 22. maj 2017,





## Prøvningsforløb

Måling af lufttætheden skal tidligst starte 40 timer efter montering af materialet er gjort færdigt i prøvestanden.

JOURNAL NR.: 871-022

Side 9 af 11

Luftstrømmen er bestemt ved 4 forskellige lufttrykforskelle mellem lufttrykket inde i prøvevolumenet i prøvestanden og lufttrykket i prøvestandens omgivende luft, atmosfæren:

30 Pa, 50 Pa, 70 Pa og 90 Pa, styret ved differenslufttrykmåleren placeret i P1, se figur 1.

For hvert niveau af differenslufttryk er foretaget flere målinger, hvor der etableres forskellige supplerende åbninger i membranens overside ved at åbne kombinationer af åbninger i blændeskiven placeret i membranens overside.

Under alle målinger registreres åbningen ( $A$  [ $\text{mm}^2$ ])<sup>1</sup> med sammenhørende målte differenslufttryk i alle målepunkter (P1 til P5 [Pa]) samt den målte luftstrøm ( $q$  [ $\text{l}/\text{min}$ ]) gennem udsuget.

## Afvielser

Prøvningen af denne membran indgik som en del af udviklingen af den anvendte prøvningsmetode. Der var monteret skumplade (5 cm) lige under bund og topmembran, for at sikre at membranen ikke blev fastgjort til prøvestanden henholdsvis rockwool. Det har ikke haft betydning for resultatet, men udført med henblik på beskyttelse af prøvningsapparatet.

---

<sup>1</sup> Se afvigelse.

## Resultater

Resultatet af prøvningen angives ved et differens-lufttryk på 30 Pa og hermed fås luftstrømmen gennem den afprøvede membran til:

JOURNAL NR.: 871-022

Side 10 af 11

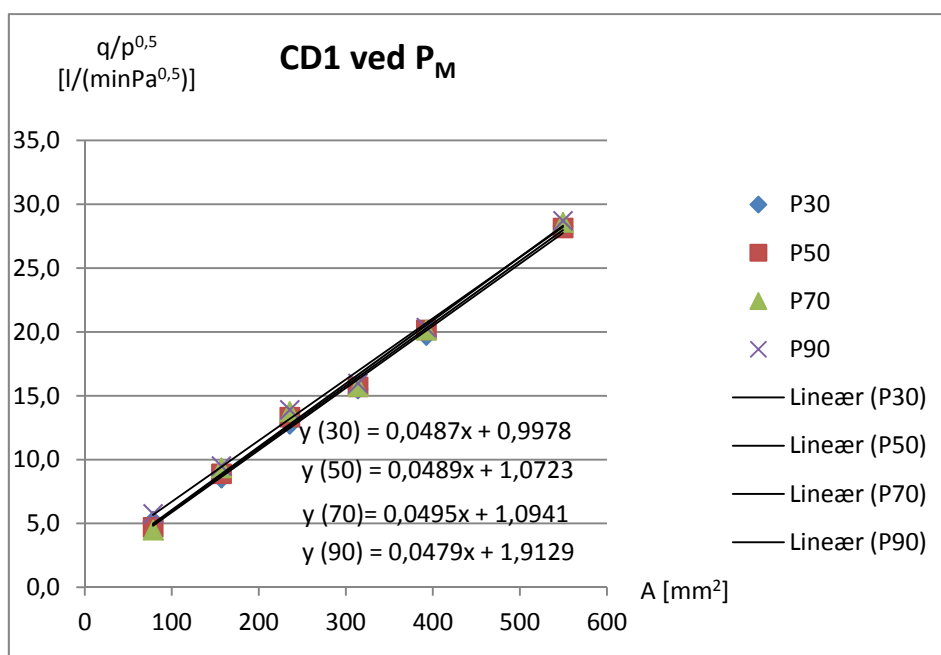
$$q_{30} = (0,014 \cdot 30 + 0,439)\sqrt{30} = 4,7 \text{ l/min}$$

Resultatet er fremkommet af måleresultater vist i figur 6 nedenfor, hvor skæringen med y-aksen,  $b$  [ $\text{l/minPa}^{0,5}$ ], resulterer i følgende kalibreringsudtryk:

$$b = 0,014P + 0,439$$

og er et udtryk for den relative luftstrøm gennem membranen hvoraf luftstrømmen for ethvert differenstryk kan bestemmes af:

$$q_P = b\sqrt{P}$$



Figur 6 Prøvningsresultater: Relativ luftstrøm ved forskellige tryk  $q/p^{0,5}$  for forskellige blændeåbninger A etableret i membranens overside.

## Måleusikkerhed

Luftstrøm:  $\pm 2\%$  hvilket svarer til  $\pm 0,9$  til  $\pm 3 \text{ l/min}$

Differenstryk:  $\pm 2\%$  hvilket svarer til  $\pm 0,5$  til  $\pm 2 \text{ Pa}$

Areal:  $\pm 1\%$  hvilket svarer til  $\pm 1$  til  $\pm 6 \text{ mm}^2$



## Bilag A

JOURNAL NR.: 871-022

Prøvestand med monteret membran, udsug, blændeskiver og trykmålere.

Side 11 af 11

