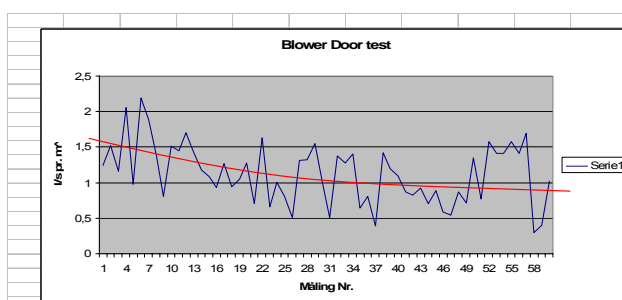


- Tæthedskravet på 1,5 l/s pr. m<sup>2</sup> har været gældende siden 1. april 2006
  - Første test, hvor bygningen var opført efter de nye energiregler, var i dec. 2006
  - Den første test udført af Isolink, hvor testen var et myndighedskrav var 17. jan 2007
  - Frem til 1. april 2007 har Isolink udført 60 test, hvor kravet på max 1,5 l/s pr. m<sup>2</sup> har været gældende.



- Hvordan klarede bygningerne kravet?
  - Langt størstedelen har klarer tæthedskravet uden problemer.
  - 8 % af målingerne ligger over 1,5 l/s pr. m<sup>2</sup>
  - Udstyres måletolerancer bevirker at den reelle værdi for, hvornår en bygning klarer tæthedskravet bør ligge på 1,6 l/s en måling ligger normalt inden for ±7%
  - Kun 4 målinger ligger over 1,6 l/s
    - Alle de bygninger som har ligget over 1,5 l/s er i dag udbedret og testet om.



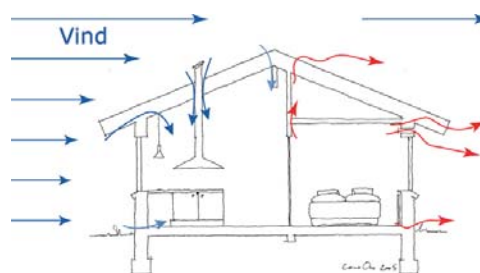
## Blower Door-test/erfaringsopsamling

- Blower Door målinger
  - I dag ingen krav til personer som udfører tæthedsmålinger.
  - I sommeren 2006 blev Foreningen Klimaskærm oprettet.
    - Foreningen Klimaskærm – forening for tæthedsmåling, bygningstermografering og tæthed af bygninger.
    - [www.klimaskaerm.dk](http://www.klimaskaerm.dk)
  - I efteråret 2007 vil vi have en certificeringsordning oppe at køre, dermed vil vi få en ensartet kalibrering og uddannelse, hvilket vi forventer kan nedsætte tolerancerne på målingerne
  - Målsætningen er  $\pm 3\%$  for småhuse og  $7\%$  for større bygninger.



## Blower Door-test/erfaringsopsamling

- Blower Door målinger
  - Ved værdien  $1.51 \text{ l/s pr. m}^2$  er bygningen i princippet dumpet og kan ikke få ibrugtagningstilladelse, er dette rimeligt?
  - Nej! I lovkravet har vi indbygget nogle tolerancer, og i måleudstyret er der ligeledes, tolerancer vi må forholde os til.
  - Det er ikke rimeligt at pålægge entreprenør at udbedre, når en ny måling en anden dag med andre vindforhold vil kunne give en værdi på  $1,4 \text{ l/s pr. m}^2$



- Hvordan klarede bygningerne kravet?
  - Alle de entreprenører som Isolink har kontakt til, har arbejdet meget professionelt med tæthedskravet.
  - Hvilken tæthed er mulig inden for rimelighedens grænser?
    - De virksomheder som har arbejdet med tæthedskravet i længere tid ligger typisk omkring de 1,0 l/s pr. m<sup>2</sup>
    - Den laveste værdi som Isolink har målt, er 0,28 l/s pr. m<sup>2</sup>

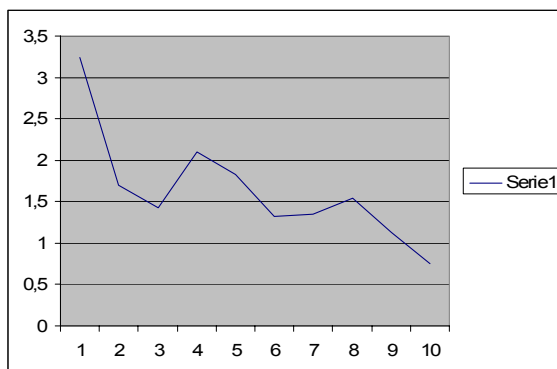


- Udviklingen for en enkel virksomhed
  - Opført 2004 3,24 l/s pr. m<sup>2</sup> (ingen fokus på tæthed)
  - Opført 2005 1,70 l/s pr. m<sup>2</sup>
  - Opført 2006 1,43 l/s pr. m<sup>2</sup>
  - Opført 2006 2,10 l/s pr. m<sup>2</sup>
  - Opført 2006 1,83 l/s pr. m<sup>2</sup>
  - Opført 2007 1,32 l/s pr. m<sup>2</sup>
  - Opført 2007 1,35 l/s pr. m<sup>2</sup>
  - Opført 2007 1,54 l/s pr. m<sup>2</sup>
    - Nyt tømmersjak på denne opgave
  - Opført 2007 1,13 l/s pr. m<sup>2</sup>
  - Opført 2007 0,75 l/s pr. m<sup>2</sup>



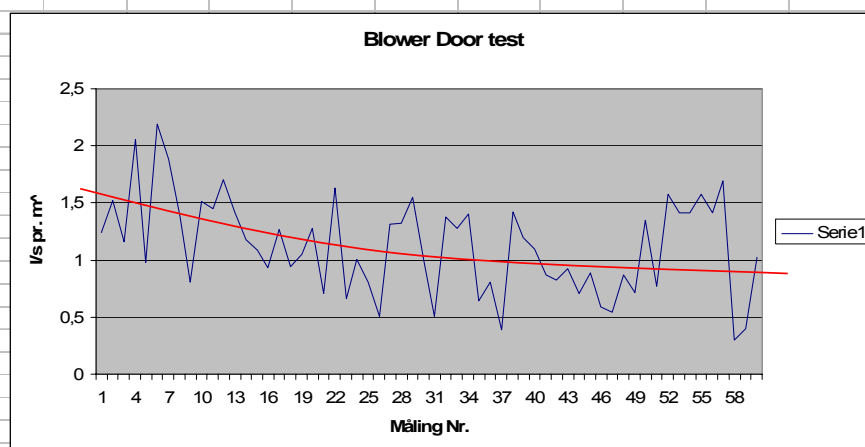
## Blower Door-test/erfaringsopsamling

- Udviklingen for en enkel virksomhed
  - Tendensen ser meget positiv ud og viser meget klart at den erfaringsopsamling, som Blower Door test giver virksomheden, har en konstruktiv effekt.
  - Tendensen ses for alle virksomheder, som Isolink har udført tæthedsafprøvninger for.



## Blower Door-test/erfaringsopsamling

- 60 målinger dec. 2006 – 1. april 2007
  - Målingerne er fra 25 virksomheder



## Blower Door-test/erfaringsopsamling

- Hvordan klarede bygningerne kravet?
  - Hvad med selvbyggeren?
    - Kun selvbygger med teknisk indsigt forstå hvad tæthedskravet betyder, og kan opføre en bygning, som klare tæthedskravet.
    - På foto ses tæthedsarbejde udført af amatører, den benyttet tape er af typen som normalt benyttes til forfaldende kontorarbejde.
      - Bygningen klarede ikke Blower Door testen

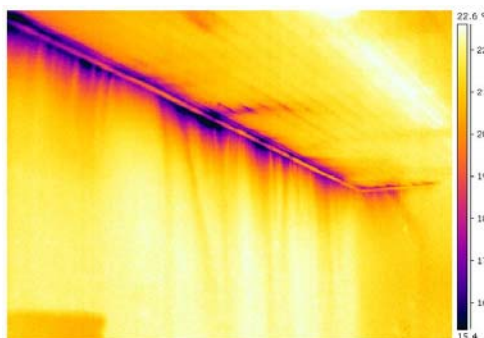


## Blower Door-test/erfaringsopsamling

ID	Bygningsbeskrivelse	Bygningstype	Areal	Untertryk	Overtryk	Gennemsnit	Bemærkninger
58	Adskilt dobbelthus	Tungt byggeri	111	0,32	0,28	0,3	
37	Parcelhus	Tungtbyggeri	166	0,38	0,4	0,39	
59	Adskilt dobbelthus	Tungt byggeri	111	0,37	0,42	0,395	
26	Parcelhus	Tungtbyggeri	182	0,42	0,59	0,505	
31	Parcelhus	Tungtbyggeri	192	0,48	0,53	0,505	
47	Parcelhus	Tungtbyggeri	145	0,54	0,55	0,545	
46	Adskilt dobbelthus	Tungtbyggeri	95	0,48	0,7	0,59	
35	Adskilt dobbelthus	Tungtbyggeri	94	0,61	0,67	0,64	
23	Doppelthus	Tungtbyggeri	98	0,64	0,68	0,66	
21	Parcelhus	Tungtbyggeri	179	0,72	0,7	0,71	
44	Parcelhus	Tungtbyggeri	203	0,72	0,7	0,71	
49	Parcelhus	Fuldmuret	215	0,7	0,74	0,72	
51	Parcelhus	Træelementbyggeri 3 pl.	184	0,77	0,77	0,77	
25	Kontorbyggeri	Pavillionbyggeri	160	0,78	0,83	0,805	
9	Parcelhus	Tungtbyggeri	159	0,8	0,81	0,805	
36	Adskilt dobbelthus	Tungtbyggeri	94	0,79	0,83	0,81	
42	Adskilt dobbelthus	Tungtbyggeri	115	0,8	0,84	0,82	
41	Adskilt dobbelthus	Tungtbyggeri	94	0,85	0,89	0,87	
48	Parcelhus	Tungtbyggeri	214	0,89	0,85	0,87	
45	Adskilt dobbelthus	Tungtbyggeri	95	0,76	1,01	0,885	
43	Parcelhus	Lavenergi klasse II Tungt	145	1	0,84	0,92	
16	Parcelhus	Træelementbyggeri	140	0,93	0,93	0,93	

## Blower Door-test/erfaringsopsamling

- De 12 laveste værdier er tungt byggeri, Hvorfor?
  - Forundersøgelser i 2005 viste at tungt byggeri havde det største problem med tæthedskravet, gennemsnittet fra disse målinger ligger på 3,1 l/s pr. m<sup>2</sup>
  - Hvordan kan det være at tungt byggeri tilsyneladende er nemmest at få tæt?
  - Tungt byggeri har et primært problem med tæthedskravet, får man styr på overgangen væg/loft, ser det ud til at tæthedskravet klares.



## Blower Door-test/erfaringsopsamling

Parcelhus	Byggeri	Area	Q1	Q2	Q3
16 Parcelhus	Træelementbyggeri	140	0,93	0,93	0,93
18 Adskilt dobbelthus	Tungtbyggeri	131	0,9	0,99	0,945
5 Parcelhus	Træhus	99		0,98	0,98 (4
30 Parcelhus	Tungtbyggeri	185	0,97	1	0,985
24 Dobbeltus	Tungtbyggeri	98	0,98	1,03	1,005
60 Parcelhus	Tungt byggeri	180	1,02	1,02	1,02
19 Parcelhus	Træelementbyggeri	139	1,09	1,01	1,05
15 Parcelhus	Træelementbyggeri	151	1,08	1,09	1,085
40 Parcelhus	Tungtbyggeri	155	1,05	1,15	1,1
3 Parcelhus	Træhus	125	1,14	1,17	1,155
14 Parcelhus	Lavenergi træhus	187	1,18	1,18	1,18
39 Parcelhus	Fuldmuret	160	1,13	1,27	1,2
1 Parcelhus	Træelementbyggeri	142	1,25	1,24	1,245
17 Parcelhus	Expan elementbyggeri	157	1,23	1,31	1,27
20 Parcelhus	Tungtbyggeri	156	1,4	1,16	1,28
33 Parcelhus	Fuldmuret	147	1,32	1,24	1,28
27 Parcelhus	Træelementbyggeri	113	1,25	1,38	1,315
28 Parcelhus	Træelementbyggeri	134	1,27	1,38	1,325
50 Parcelhus	Træelementbyggeri	79	1,5	1,2	1,35
32 Parcelhus	Træelementbyggeri	160	1,28	1,47	1,375
8 Parcelhus	Træelement	113	1,35	1,43	1,39 (3
34 Parcelhus	Træhus	60	1,36	1,44	1,4
53 Parcelhus	Træelementbyggeri	113	1,37	1,46	1,415

## Blower Door-test/erfaringsopsamling



27	Parcelhus	Træelementbyggeri	113	1,25	1,38	1,315
28	Parcelhus	Træelementbyggeri	134	1,27	1,38	1,325
50	Parcelhus	Træelementbyggeri	79	1,5	1,2	1,35
32	Parcelhus	Træelementbyggeri	160	1,28	1,47	1,375
8	Parcelhus	Træelement	113	1,35	1,43	1,39 (3)
34	Parcelhus	Træhus	60	1,36	1,44	1,4
53	Parcelhus	Træelementbyggeri	113	1,37	1,46	1,415
54	Parcelhus	Træelementbyggeri	134	1,33	1,5	1,415
56	Parcelhus	Træelementbyggeri	113	1,37	1,46	1,415
38	Parcelhus	Lavenergi klasse II Træ	140	1,44	1,4	1,42
13	Parcelhus	Bjælkehus	216	1,54	1,31	1,425 (3)
11	Parcelhus	Træelementbyggeri	134	1,35	1,55	1,45
10	Skole	Træelement byggeri	451	1,52	1,5	1,51
2	Parcelhus	Træelementbyggeri	156	1,39	1,65	1,52
29	Parcelhus	Træelement byggeri	168	1,48	1,61	1,545
52	Parcelhus	Træelementbyggeri	113	1,48	1,68	1,58
55	Parcelhus	Træelementbyggeri	113	1,48	1,68	1,58
22	Parcelhus	Træelementbyggeri	91	1,49	1,77	1,63
57	Parcelhus	Træelementbyggeri	170	1,53	1,86	1,695
12	Parcelhus	Bjælkehus	216	1,7		1,7 (1)
7	Parcelhus	Træelement	113	1,8	1,97	1,885 (1)
4	Parcelhus	Tungt byggeri	115	1,79	2,32	2,055 (2)
6	Parcelhus	Tungtbyggeri	148	2,14	2,24	2,19 (2)

## Blower Door-test/erfaringsopsamling



27	Parcelhus	Træelementbyggeri	113	1,25	1,38	1,315
				1,27	1,38	1,325
				1,5	1,2	1,35
				1,28	1,47	1,375
				1,35	1,43	1,39 (3)
34	Parcelhus	Træhus	60	1,36	1,44	1,4
53	Parcelhus	Træelementbyggeri	113	1,37	1,46	1,415
54	Parcelhus	Træelementbyggeri	134	1,33	1,5	1,415
56	Parcelhus	Træelementbyggeri	113	1,37	1,46	1,415
38	Parcelhus	Lavenergi klasse II Træ	140	1,44	1,4	1,42
13	Parcelhus	Bjælkehus	216	1,54	1,31	1,425 (3)
11	Parcelhus	Træelementbyggeri	134	1,35	1,55	1,45
10	Skole	Træelement byggeri	451	1,52	1,5	1,51
2	Parcelhus	Træelementbyggeri	156	1,39	1,65	1,52
29	Parcelhus	Træelement byggeri	168	1,48	1,61	1,545
52	Parcelhus	Træelementbyggeri	113	1,48	1,68	1,58
55	Parcelhus	Træelementbyggeri	113	1,48	1,68	1,58
22	Parcelhus	Træelementbyggeri	91	1,49	1,77	1,63
57	Parcelhus	Træelementbyggeri	170	1,53	1,86	1,695
12	Parcelhus	Bjælkehus	216	1,7		1,7 (1)
7	Parcelhus	Træelement	113	1,8	1,97	1,885 (1)
4	Parcelhus	Tungt byggeri	115	1,79	2,32	2,055 (2)
6	Parcelhus	Tungtbyggeri	148	2,14	2,24	2,19 (2)

Lovkravet tillader os at tage den laveste målte værdi, derfor er det kun de sidste 5 målinger som ikke klarer lovkravet

## Blower Door-test/erfaringsopsamling

### DS/EN 13829 primære punkter

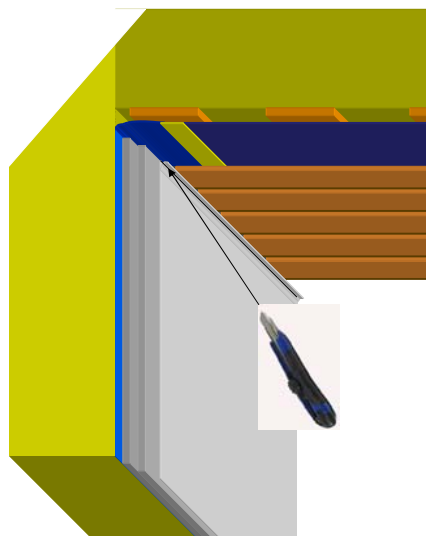
- Tidspunktet for målingen!
- Standarden foreskriver at målingen udføres når klimaskærmen er færdig.
- For entreprenør er der stor fordel ved at få foretaget målingen på et tidspunkt hvor dampspærren/dampbremsen er synlig
- Der ligger eksempler på at malerentreprisen totalt har ødelagt den samlede bygnings tæthed, derfor kan en test på et tidspunkt, hvor bygningen står med synlig dampspærre ikke være en dokumentation af tæthedskravet.



## Blower Door-test/erfaringsopsamling

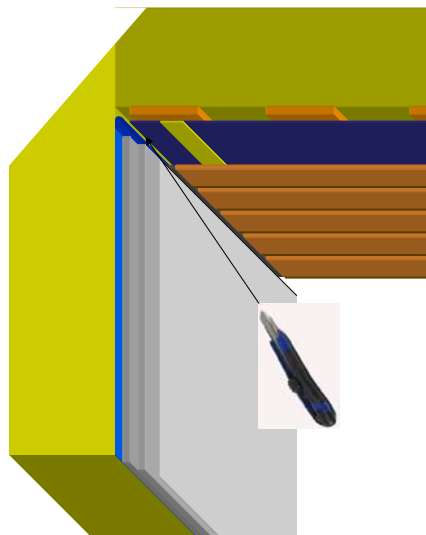
### DS/EN 13829 primære punkter

- Eksemplet med malerentreprisen der ødelagde bygningens tæthed!



### DS/EN 13829 primære punkter

- Eksemplet med malerentreprisen der ødelagde bygningens tæthed!
- Hobbykniven havde et så langt et blad at den bagvedliggende dampspærre var blevet skåret over da tapetet blev skåret til i længden.
- Det er kun en test ved den færdige bygning, der i dette tilfælde afslørede at malerentreprisen havde ødelagt bygningens tæthed.



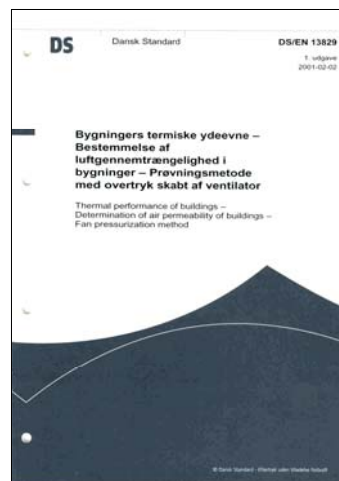
### DS/EN 13829 primære punkter

- De metrologiske betingelser!
- Standarden anbefaler at det ikke må blæse mere end 6 m/s omkring bygningen
- Ved at anvende en trykudligningsboks kan grænsen rykkes til 8 m/s
- Det afgørende punkt er zero-flow målingen som ikke må være mere end 5 Pa. for at få pålidelige målinger



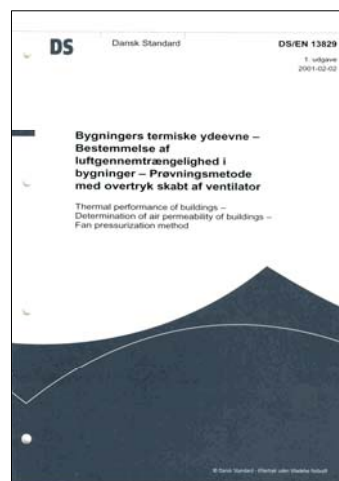
**DS/EN 13829 primære punkter**

- De metrologiske betingelser!
  - $\Delta T$  (temperaturforskellen ude/inde) kan have indflydelse på udgangssituationen (zero-flow) hvorfor temperaturbetingelserne skal kontrolleres med den simple formel  $K \cdot m < 500$
  - Eksempel
    - $\Delta T = 18K$
    - $m = 25 \text{ m}$  (højden på bygningen)
    - $\Delta T \cdot m = 450 < 500$  **OK**



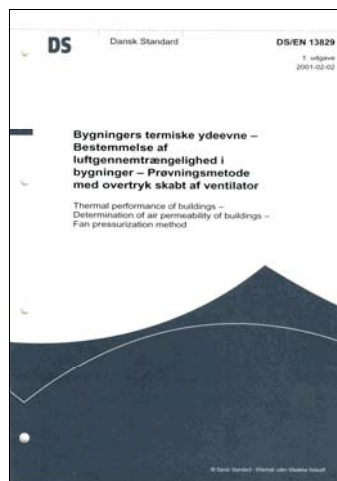
**DS/EN 13829 primære punkter**

- Forberedelse af bygningen
  - Alle indvendige døre åbnes så bygningen testes som en zone.
  - Emhætte, aftræk, friskluft og ventilationsanlæg lukkes med tape/plastik
  - Brændeovne forsegles med plastik /tape
  - Friskluftventiler lukkes, er der tvangsventilation tapes denne til
  - Eventuelle utætheder ved måleudstyret og dets tilslutning til bygningen skal forsegles med tape. (har kun betydning ved meget tætte bygninger og små arealer)



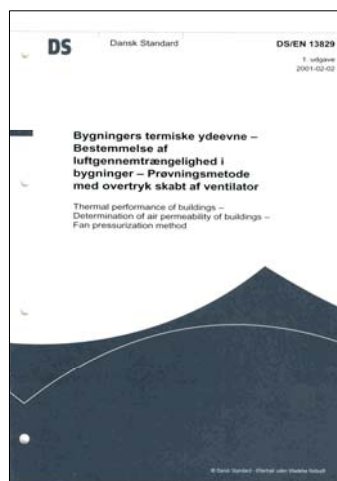
**DS/EN 13829 primære punkter**

- Tæthedsmålingen
  - Testmetode B anvendes
  - De naturlige trykforskelle mellem ude og inde må ikke overstige 5 Pa.
    - Udgangssituationen (zero-flow pressure) måles over min. 30 sek.
    - Måling af udgangssituationen foretages før og efter BlowerDoor test.



**DS/EN 13829 primære punkter**

- Tæthedsmålingen
  - Standarden anbefaler at testen udføres ved undertryk og ved overtryk og resultatet er et gennemsnit af de to sæt målinger.
  - Hver måling foretages med min. 5 målinger i intervallet 10 Pa. til 100 Pa.
  - Målingens nøjagtighed bliver størst ved måling i den høje ende af skalaen.



### Hvor store bygninger kan tæthedsprøves?

- Standarden som tæthedsmålingen udføres efter anbefaler at bygninger ikke bør være større end 4000 m<sup>3</sup>
- Er bygningen større anbefales det at testen udføres lejlighedsvis eller bygningen opdeles i sektioner.



### Hvor store bygninger kan tæthedsprøves?

- Udenlandske erfaringer viser eksempler på bygninger helt op til 58000 m<sup>2</sup> som er blevet tæthedsprøvet.



### Hvor store bygninger kan tæthedsprøves?

- Isolink har pt. udstyr til at kunne teste bygninger på ca. 5000 m<sup>2</sup> ved at "køre" med 3 blæsere parallelt - som vist på billedet. Systemet kan max køre med 9 blæsere på samme tid.
- Flere systemer kan sammensættes, og dermed ingen grænse for størrelsen på bygningen.

