



AUGUST 2019  
VRIDSLØSELILLE ANDELSBOLIGFORENING V/BO-VEST

# HYLDESPJÆLDET HELHEDSPLAN

TOTALRÅDGIVERUDBUD

Dokument: **BILAG O** Forsøg med radonsug, COWI

## FORSØG MED RADONSUG

## INDHOLD

1	Baggrund	1
1.1	Sundhedsstyrelsen anbefaler:	3
1.2	Tiltag til reduktion af radon	4
2	Udførte tiltag.	4
2.1	Tætning af huller mod jord	4
2.2	Radonsug	5
3	Vurdering af effekt	7
3.1	Vurdering af effekt af manglende udstøbning omkring faldstammer og vandstik.	7
3.2	Vurdering af effekt af radonsug	9
4	Anbefaling for kommende reovering.	10

## 1 Baggrund

For kontrol af radonniveau i boliger har BO-VEST udført stikprøvekontrol af radon niveau i 7 boliger og ejendomskontoret i perioden december 2011 til ultimo marts 2012. Efterfølgende er der udført supplerende målinger i 29 boliger og som kontrol af tiltag i enkelte boliger fordi radonniveauet var meget højt i 4 af de oprindeligt 7 undersøgte boliger.

Radonmålinger er udført med dosimetre i følgende perioder:

1. December 2011 - ultimo marts 2012
2. 16/22. august - 19. september 2012

PROJEKTNR.	A004108
DOKUMENTNR.	A004108-Radon-03
VERSION	01
UDGIVELSESDATO	10. feb. 2015
UDARBEJDET	MV
KONTROLLERET	JBR
GODKENDT	MV

- 16/22. august - 19. oktober 2012
- 16/22. august - 19. november 2012
- Februar – maj 2013
- Marts – maj 2014

Målingerne i periode 5 omfatter målinger i 29 boliger i perioden februar til maj 2013. Boligerne i denne periode er spredt over hele Hyldespjældet for at registrering af radonniveauet i samlet cirka 10 % af boligerne.

Målingerne viser, at:

- Radonniveauet er over 200 Bq/m<sup>3</sup> i 6 af de målte boliger
- Radonniveauet er mellem 100 og 200 Bq/m<sup>3</sup> i 10 af de målte boliger
- Radonniveauet er under 100 Bq/m<sup>3</sup> i 20 af de målte boliger og på ejendoms-kontoret.

På efterfølgende planskitse er fordeling af de 3 radonniveauer vist.



Resultat af radon målinger i Hyldespjældet.

Det er bemærkelsesværdigt, at boliger med radonniveau over 200 Bq/m<sup>3</sup> alle er placeret ved gavle eller portgennemgange.

## 1.1 Sundhedsstyrelsen anbefaler:

Sundhedsstyrelsen anbefaler, at der iværksættes enkle og billige forbedringer, når radonindholdet er mellem 100 og 200 Bq/m<sup>3</sup>, og at der iværksættes mere effektive forbedringer, når radonindholdet overstiger 200 Bq/m<sup>3</sup>. ”

De tre hovedprincipper for at nedbringe radonindholdet i boligen er:

- › God udluftning og god ventilation, der sikrer hurtig fortynding og fjernelse af radonholdig luft
- › Sikring af tæthed mod jorden
- › Sikring af undertryk i grus- og isoleringslaget under gulvene i forhold til boligen

### 1.1.1 Ventilation

Ventilationen kan baseres på:

- › Oplukkelige vinduer og døre
- › Naturlig ventilation med aftrækskanaler i bad og køkken samt udeluftventiler i alle øvrige rum

Som ovenfor, men suppleret med

- › Mekanisk udsugning i bad og køkken
- › Mekanisk ventilation med både udsugning og indblæsning. Denne anlægstype forsynes af energimæssige årsager med varmegenvinding.

Jo flere af de ovenstående ventilationsmetoder, der anvendes, jo bedre resultat opnås.

### 1.1.2 Tætning

Erhvervs- og Byggestyrelsen har som supplement til bygningsreglementet udgivet:

“Vejledning om radon og nybyggeri”, hvor metoder til et radonsikkert nybyggeri beskrives. Der gives bl.a. anvisninger på, hvordan bygningskonstruktioner mod undergrunden gøres lufttæt.

Metoderne kan teoretisk set også anvendes til eksisterende byggeri, men tætning kan være vanskelig at udføre her.

Statens Byggeforsknings Institut (SBI) udgiver i disse dage en publikation om radonsikring i eksisterende bygninger, SBI-anvisning 247, Radonsikring af eksisterende bygninger. Budskaberne i den angivne publikation er generelt indarbejdet i det udførte arbejde for radonsug, da COWI har været repræsenteret i styregruppen.

### 1.1.3 Radonsug

Den mest effektive metode til sænkning af radonindholdet i boligen består i at skabe et lille undertryk og dermed minimere infiltration af radon til boliger. Radonsug er det mest omkostningskrævende indgreb, men det er samtidig en effektiv løsning.

### 1.1.4 Hvad virker bedst?

Som tommelfingerregel vurderes effekten af tætning normalt at være relativt begrænset, mens effekten af et radonsug under boligen vurderes at være meget høj. Forbedring af ventilationen vurderes at ligge imellem disse to yderpunkter.

## 1.2 Tiltag til reduktion af radon

På baggrund af målingerne og Sundhedsstyrelsens vejledninger blev det aftalt at etablere radonsug i følgende boliger:

- › Suderlængen 2 (C4 bolig), der er konstateret radon niveau på cirka 290 Bq/m<sup>3</sup>
- › Hjortelængen 20(A3 bolig), der er konstateret radon niveau på cirka 330 Bq/m<sup>3</sup>
- › Væverlængen 22(A9 bolig), der er konstateret radon niveau på cirka 470 Bq/m<sup>3</sup>

I ovennævnte 3 boliger og i efterfølgende 3 boliger er hul mod jord i bund af varmeskabe blevet udstøbt og tætnet.

- › Åleslippen 8 (C1 bolig), der er konstateret radon niveau på cirka 300 Bq/m<sup>3</sup>
- › Maglestræde 13 (A7 bolig), der er konstateret radon niveau på cirka 200 Bq/m<sup>3</sup>
- › Høkerlængen 2 (ombygget A3) der er konstateret radon niveau på cirka 350 Bq/m<sup>3</sup>

I forbindelse med reetablering af gulve efter skimmelsvampeundersøgelse blev der udlagt radonspærre i følgende boliger:

- › Sadelstræde 1 (C1 bolig), der er konstateret radon niveau på cirka 160 Bq/m<sup>3</sup>
- › Torveslipperne 23 (A9 bolig), der er konstateret radon niveau på cirka 130 Bq/m<sup>3</sup>
- › Suderlængen 11 A9 bolig), der er konstateret tydelige revner i betondæk på jord. Radon niveauet blev efterfølgende målt i denne bolig til at være ca. 60 Bq/m<sup>3</sup>.

## 2 Udførte tiltag.

### 2.1 Tætning af huller mod jord

Som en nødvendig foranstaltning er der udført lukning af huller mod jord i bund af varmeskabe. Lukning er udført med en selvnivellerende beton, som efter hærkning er blevet påført en påsmurt radonmembran.

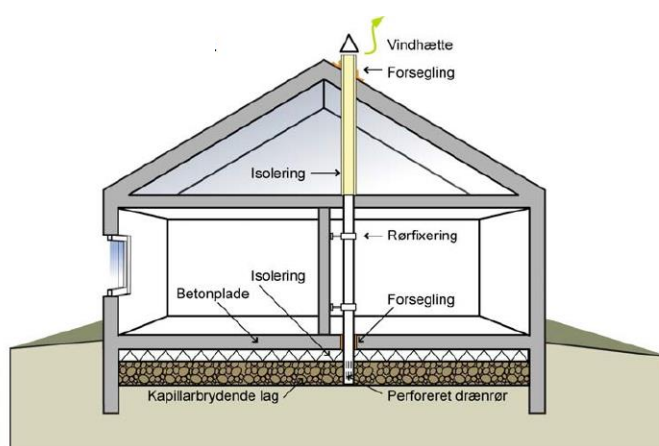


Typisk hul mod jord i bund af varmeskab. Huller er efterfølgende blevet lukket med beton og radonmembran, så godt som det er muligt under hensyn til arbejdsforholdene i varmeskabene.

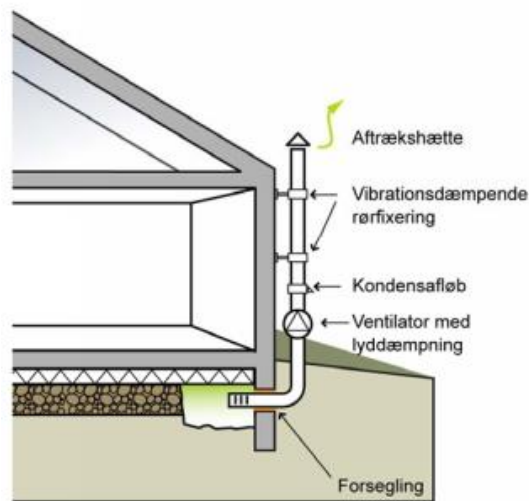
## 2.2 Radonsug

Radonsug er en lille ventilator, som suger luft ud under bygninger og derved skaber et meget lille undertryk under bygninger. Derved reduceres mulighederne for at radonholdig luft kan trænge op i bygninger.

Radonsug udformes mest effektivt som et centralt sug, der etablerer et undertryk midt under bygning, som vist på efterfølgende figur. I mange boliger i Hyldespjældet vil et indvendigt radonsug give problemer med rørføring og optage plads på steder, hvor der i forvejen er knæben plads.



Princip i placering af indvendigt radonsug.



Efter nærmere drøftelser med driftsorganisationen aftales det derfor at udføre forsøg med radonsug, som placeres uden for bygningerne og som suger langs kanten gennem huller i fundamenter. Ulempen ved denne løsning er, at suget er mindre effektivt sammenlignet med et centralt placeret, men fordelen er at det kan monteres udefra uden gene for beboere, og at rør kan føres uden på bygning. Som en kombination af besparelestiltag og ønsker fra driftsorganisationen om at installation er vanskeligt tilgængelig for forbipasserende, er radonsug samlet med et fælles sug på tagene af hver enkelt bolig.

I forhold til en teknisk afprøvning af effekten af radonsug har denne udformning ingen betydning. Hvis radonsug skal udføres i større sammenhæng er det muligt at trække radonsug i kanaler i jord og samle dem i enkelte større afkast eksempelvis et afkast per blok.



Foto viser installation på tag på Suderlængen 2 i forgrunden. Med røde pile er markeret kanalføring og ventilator med lyd-dæmper. I baggrunden ses markeret med gul pil lodret kanalføring for radonsug på Hjortelængen 20.

### 3 Vurdering af effekt

For kontrol af effekt udføres målinger af radon indhold i indeluften med instrument, som "hurtigt" giver en vurdering af radonindhold (Alphaguard). Målinger udføres med og uden radonsug i drift. Målinger med Alphaguard udføres typisk over cirka en uge for at opnå en rimelig gennemsnits vurdering af radonniveauet, fordi der er betydelige variation i indsigning af radon fra time til time. Til sammenligning udføres traditionelle målinger med dosimetre normalt over cirka 2 måneder.

#### 3.1 Vurdering af effekt af manglende udstøbning omkring faldstammer og vandstik.

Ved indledende besigtigelse i Sadelstræde 1 kunne det efter fuldstændig rydning af køkken konstateres, der manglede udstøbning i betondæk omkring faldstamme og vandstik i køkkenskab.

COWI skønnede, at det var nødvendigt at lukke udstøbning i betondæk før der blev udført forsøg med radonsug. For at vurdere effekten af udstøbningen på radonniveau blev der udført målinger af radonniveau med Alphaguard. Målingen viste, at udstøbningen i Sadelstræde 1 gav en ret høj reduktion af radonniveau.

COWI vurderede derfor, at det ikke var relevant at udføre forsøg med radonsug i denne bolig.

Efterfølgende blev udstøbninger af beton omkring faldstammer og vandstik i Suderlængen 2, Åleslippen 8, Hjortelængen 20, Høkerlængen 2 og Væverlængen 22



undersøgt. Det viste sig at også i disse boliger var der dårlig eller manglende udstøbninger.

På COWIs anbefaling blev der efterfølgende udført tætninger ved rørgennemføringerne i de nævnte boliger, så godt som det var muligt uden at adskille hele varmeskabet og installationerne. I Sadelstræde 1, Suderlængen 2, Hjortelængen 20 og Væverlængen 22 blev effekten før og efter tætning vurderet ved Alphaguard målinger.

Bolig Radon i luft Bq/m <sup>3</sup>	Dosimetermåling*	Før tætning Alpha- guard måling	Efter tætning Alpha- guard måling
Sadelstræde 1	160	155	83
Hjortelængen 20	330	463	363
Væverlængen 22	470	703	653
Suderlængen 2	290	338	228

\*Dosimetermålinger direkte i varmeskabe indgår ikke i gennemsnit.

Det er vigtigt at være opmærksom på at dosimetermålinger og Alphaguard målinger ikke kan sammenlignes direkte, da perioder er meget forskellige.

Det væsentlige budskab er den opnåede reduktion fra før til efter med Alphaguard målingerne. Der ses en reduktion i størrelsesordenen 50 % i Sadelstræde 1, men væsentlig mindre i de 3 øvrige boliger. Boligerne Hjortelængen 20, Væverlængen 22 og Suderlængen 2 blev derfor udvalgt til afprøvning af radonsug.

Der er efterfølgende udført måling af radonniveau med dosimetre i alle boliger, hvor der er udført tætning mod jord i bund af varmeskabe. Resultaterne fremgår af efterfølgende skema.

Bolig Radon i luft Bq/m <sup>3</sup>	Dosimetermåling	Dosimetermåling efter tætning
Sadelstræde 1	160	110
Åleslippen 8	280	390
Høkerlængen 2	370	90
Maglestræde 13*	200	175*

\*I sommeren 2014 blev udstøbning desuden udført i Maglestræde 13.

### 3.2 Vurdering af effekt af radonsug

Der er udført kontrolmålinger af effekten af radonsug med "Alphaguard", der måler øjebliksværdier. Da øjebliksværdierne svinger meget på grund af blandt andet de klimatiske forhold, primært frontpassager, er der målt over cirka en uge, hvorefter der er vurderet nogle gennemsnitsværdier. Disse målinger er anvendt til justering af sugeffekten på ventilator.

Da det første radonsug blev tilsluttet i Væverlængen 22, er der målt i flere perioder i denne bolig, fordi det ønskes at suge mindst muligt men nok til at reducere radon. Det endelige sugetryk i Væverlængen 22, nåede ikke at blive endelig kontrolleret med Alphaguard på grund af tidspres på måleinstrument. Det endelige sugetryk i Væverlængen 22 er derefter anvendt på de øvrige 2 boliger, hvor det ved kontrol med "Alphaguard" er sandsynliggjort at reduktionen i boligerne er tilstrækkelig.

Efter indreguleringerne er der udført kontrol af radonniveau med dosimetre, som er placeret de samme steder i boligen som ved den oprindelige måling. Dosimeter målingerne er udført i perioden 12. november 2014 til 6. januar 2015.

De modtagne resultater fremgår af efterfølgende skema, hvor det med rød og grøn farve er markeret at resultater henholdsvis overskrider Sundhedsstyrelsens grænseværdier og opfylder grænseværdierne.

Adresse og boligty-	Rum	Før bq/m <sup>3</sup>	Efter bq/m <sup>3</sup>
Suderlængen 2 (C4)	Stueetage, vær 1alrum	290 +/- 40	100 +/- 20
	Stueetage, vær 8 stue	270 +/- 40	100 +/- 20
	Installationsskab - køk- ken	1390 +/- 170	330 +/- 50
Hjortelængen 20 (A3)	Installationsskab, gang	290 +/- 40	110 +/- 20
	Stueetage, stue	330 +/- 50	90 +/- 20
	Stueetage, stue	340 +/- 50	60 +/- 20
	1.sal soverum	290 +/- 40	80 +/- 20
Væverlængen 22 (A9)	Installationsskab, gang	1470 +/- 180	1180 +/- 150
	Stueetage, stue	470 +/- 60	220 +/- 40
	Stueetage, stue	460 +/- 60	
	1.sal soverum	410 +/- 60	320 +/- 50
	1. sal soverum	430 +/- 60	230 +/- 50

Resultaterne viser, at radonsug efter det afprøvede koncept kan reducere radonniveauet til under Sundhedsstyrelsens grænseværdi på 100 Bq/m<sup>3</sup> i 2 af 3 afprøvede boliger. I den tredje bolig er reduktionen i størrelsesordenen 50%, hvilket dog ikke er tilstrækkelig reduktion til at radonniveauet kommer under grænseværdien på 100 Bq/m<sup>3</sup>.

Metoden anbefales derfor anvendt til fremtidig reduktion af radonniveau i boligerne, men der er behov for at finde årsagen til den utilstrækkelige reduktion i Væverlængen 22. Årsagen kan eksempelvis være:

- › Utilsigtet driftsstop på ventilator
- › For lille sugeseffekt i ventilator
- › Utæthed i rørsystem eller tilslutning i sokkel.
- › Uensartede jord- og drænlag under bygning, som ikke giver mulighed for det forventede undertryk under bygning med de valgte sugepunkter.

## 4      **Anbefaling for kommende renovering.**

Radonmålinger i 10 % af bebyggelsen viser, at radonniveauet i dag overskrider Sundhedsstyrelsens anbefalinger i 44 % af boligerne. Ved den kommende renovering er det meget sandsynligt, at vinduer og døre vil blive udskiftet, og at de nye døre og vinduer er tættere end de nuværende. Det vil betyde, at luftskiftet bliver mindre end, det er i dag medmindre, der etableres en eller anden form for ventilation. Med risiko for mindre luftskifte må det forventes, at antallet af boliger med højt radonniveau i indeluften vil stige. Derfor anbefales det generelt at indarbejde radonsug i det kommende renoveringsprojekt, hvor det i forbindelse med de øvrige planlagte arbejder kan udføres for en ret beskeden merpris. Som alternativ til en 100 % etablering af radonsug kan det overvejes at foretage radonmåling i alle boliger, så der opnås et præcist billede af belastningen i de forskellige boliger.

Udformningen af radonsug skal projekteres, så det kan indpasses i den samlede renovering og med mulighed for indregulering af sug under de enkelte boliger. Som en del af projektering skal det også bestemmes, hvor de enkelte indføringer af sug skal placeres, samt hvor langt de skal føres ind under bygninger.

Den udførte installation i de 3 boliger er udformet, så det er relativt nemt at udføre ændringer i installationen og afprøve dem. Først og fremmest bør installation i Væverlængen 22 efterses og justeres for at opnå en højere reduktion af radonniveau.