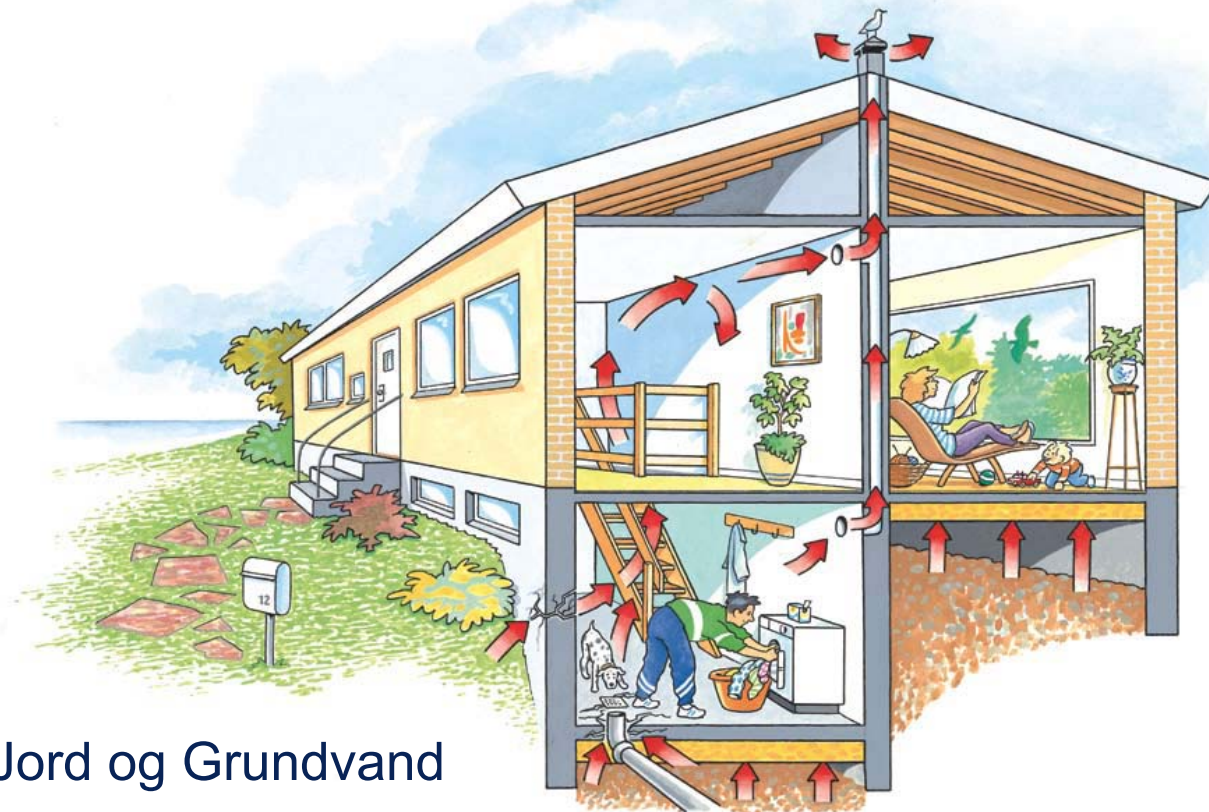


Sporing af indtrængningsveje



Kilde: Radon og enfamiliehuse. Erhvervs- og byggestyrelsen

ATV Jord og Grundvand

Temadag – Indeklima

7. marts 2011

Winnie Hyldegaard

 Grontmij | Carl Bro

Baggrund for udviklingsprojekt – Sporing af indtrængningsveje



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

regionmidtjylland **midt**

Børge Hvidberg

NIRAS

■ Thoron



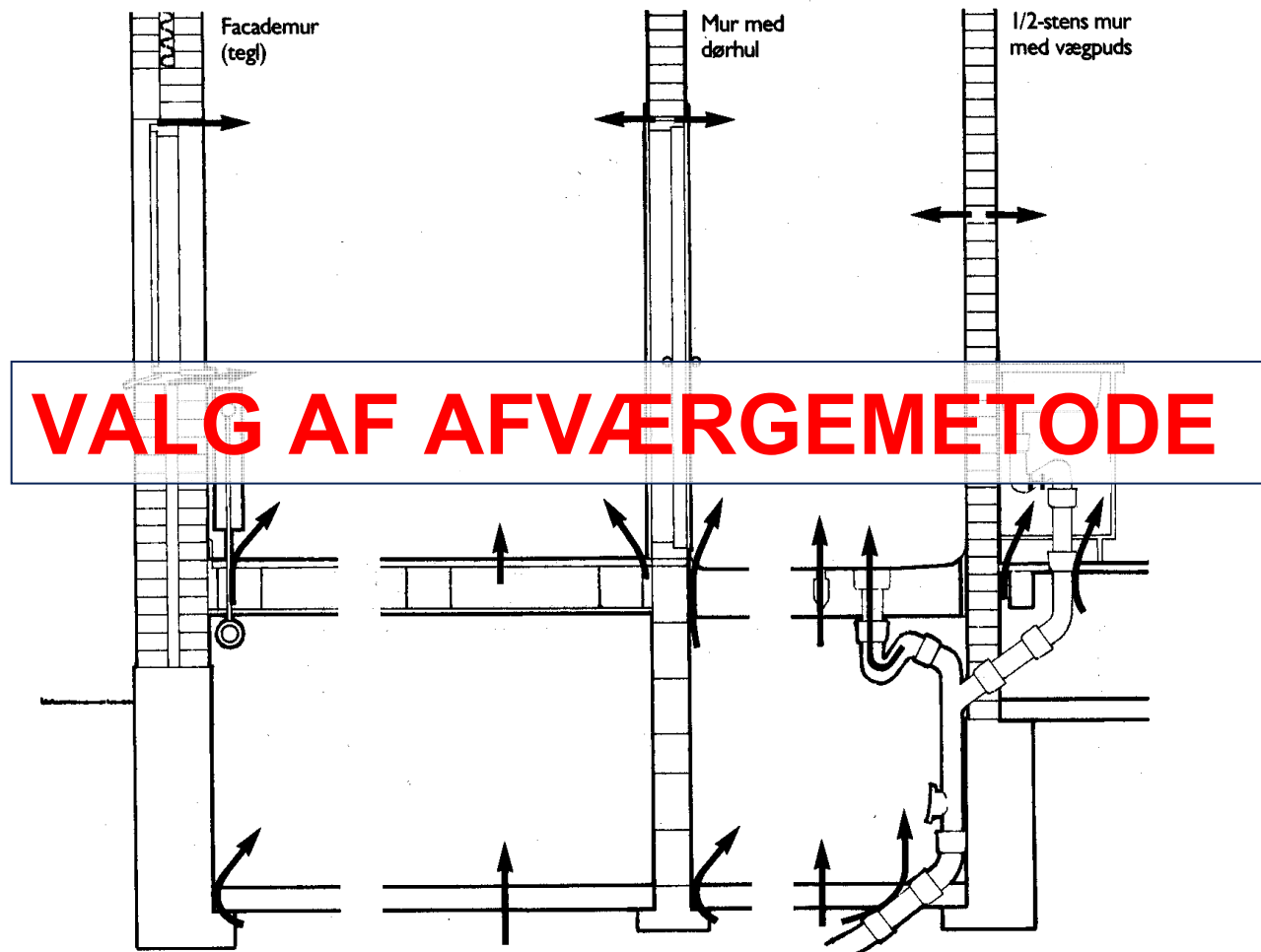
Grontmij | Carl Bro

- BlowerDoor
- Termografi
- ppb-RAE
- Sporgas



Grontmij | Carl Bro

Indtrængningspunkter





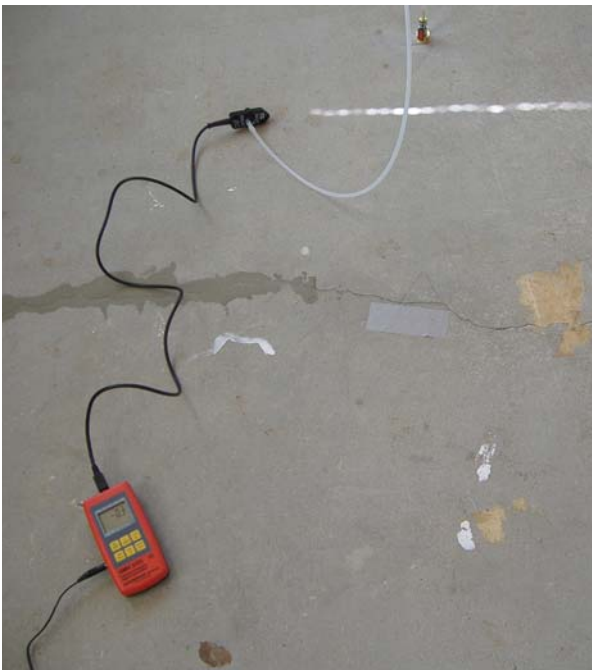
Fremgangsmåde

- Valg af lokaliteter ud fra aftalte parametre (bygninger, geologi, forurening m.v.)
- Detaljeret byggeteknisk gennemgang
- Opsætning af differenstrykmålere (før, under og efter gennemførelse af målinger)
- Feltmålinger:
 - Termografi
 - ppb-RAE
 - Sporgas
 - Thoron
 - BlowerDoor (kunstigt undertryk)

Frengangsmåde - Fortsat

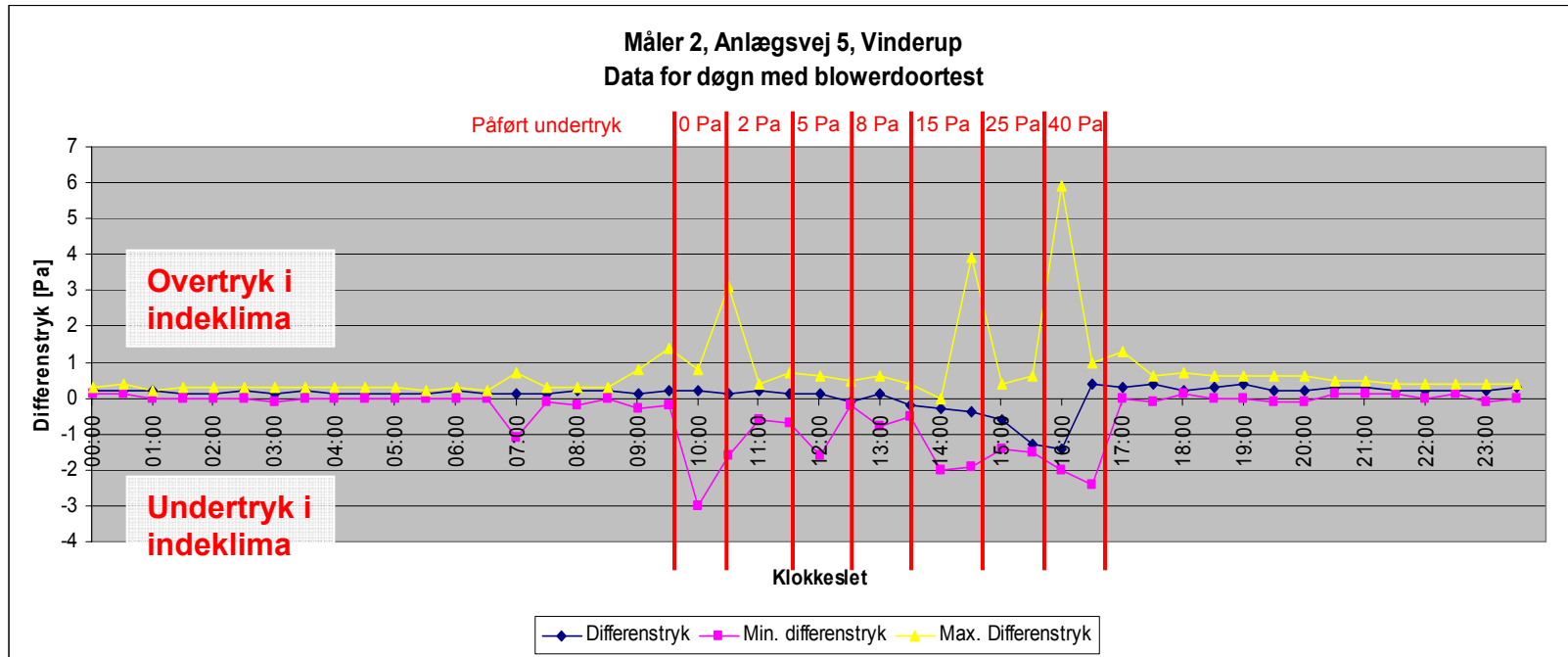
Metode	Beskrivelse	Udført
Visuel byggeteknisk gennemgang	Brud, revner og andre visuelle føringsveje bestemmes. Det er ikke muligt, at vurdere om de er gennemgående	
Termografi (uden undertryk)	Gennemgang af bygningen med et termografikamera for at vurdere indtrængningspunkter ved hjælp af temperaturforskelle. Metoden er afhængig af at der er en temperaturforskel mellem indeklime, bygningsmaterialer, udeluft og luft under gulv.	
ppb-RAE måling (uden undertryk)	Måling med et ppb-RAE instrument på mulige indtrængningspunkter. Metoden kan kun måle de punkter som udvælges efter en visuel gennemgang.	
Sporgasforsøg (uden undertryk)	Der injiceres sporgas under gulv og mulige indtrængningspunkter identificeres. Denne metode er meget afhængig af geologien under bygningen samt grundvandsspejlet.	
Termografi (med undertryk fra blowerdoor)	Gennemgang af bygningen med et termografikamera for at vurdere indtrængningspunkter ved hjælp af temperaturforskelle. Metoden er afhængig af at der er en temperaturforskel mellem indeklime, bygningsmaterialer, udeluft og luft under gulv.	
ppb-RAE måling (med undertryk fra blowerdoor)	Måling med et ppb-RAE instrument på mulige indtrængningspunkter ved forskellige undertryk. Metoden giver kun måle de punkter som udvælges efter en visuel gennemgang.	
Sporgasforsøg (med undertryk fra blowerdoor)	Der injiceres sporgas under gulv og mulige indtrængningspunkter identificeres ved forskellige undertryk. Denne metode er meget afhængig af geologien under bygningen samt grundvandsspejlet.	
Thoronmålinger	Der måles med et thoroninstrument og indtrængningspunkter identificeres. Metoden kan kun måle de punkter som udvælges efter en visuel gennemgang.	

Præsentation af metoder - Differenstryk



- Opsætning af differenstrykmålere i en måneds tid. Ca. 14 dage før og efter feltforsøg.
- Differenstryk mellem under gulv, hulmur og indeklime
- 3-4 målere pr. lokalitet
- Logning hver halve time over måleperiode

Eksempel på differenstryk



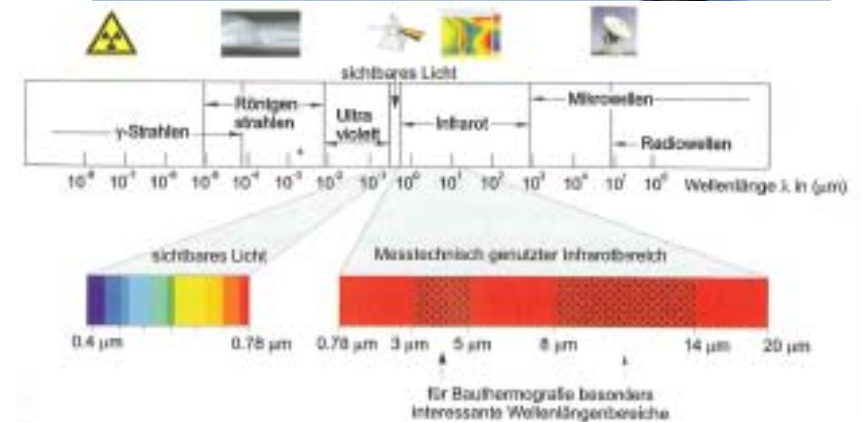
Præsentation af metoder – BlowerDoor (kunstigt undertryk)

- Stor blæser der kan skabe tilstrækkeligt undertryk
- Justerbar ramme med tæt membran med to målepunkter etableret
- Online måling af tilført undertryk og flow
- Online beregning af undertryk baseret på et fastlagt antal målinger
- Der skabes normalt et undertryk på mellem 10-50 pa ved anvendelse af blæseren. Ved at tilføre et undertryk på 10-50 pa simuleres alle vejrligspåvirkninger samt adfærd i bygningen
- Kræver forberedelse som f.eks. tætning af ventilationskanaler, rør- og ledningsgennemføringer
- Luftsiftet (lækagen) giver en indikation på størrelsen af utæthederne



Præsentation af metoder - Termografi

- Infrarød kamera med god opløsning f.eks. Contika, Elma, Intergraf, Fluke
- Standardudstyr, god billedeopløsning
- Simpel anvendelse, svarer til brugen af et digitalt kamera
- Visuel præsentation af resultaterne
- Anvendes til at finde varme eller kolde ledninger
- Indtrængning af kold luft gennem gulv, vægge, tag, etc.



Præsentation af metoder – ppb-RAE

- Håndbåren detektor – on-site målinger
- **P**hoto **I**oniserings **D**etektor (PID)
- UV-lampe, typisk med ioniseingspotentiale på 10,6 eV
- Sum af flygtige stoffer (VOC)
- Ikke stofspecifik
- Måler lave koncentrationer, ppb (parts per billion)
 - Måleområde 1 ppb til 2.000 ppm
 - Erfaringsmæssigt er det fundet, at der i byluft er ca. 1 ppb benzen og 500 ppb VOC



Præsentation af metoder – Sporgas

- Specialgas fra AirLiquide (5 % H₂ og 95 % N₂)
- Detektor med fleksibel arm, Digitron DGS-10
- Semikvantitativt resultat: både lyd og lys
- Simpelt udstyr, nemt at anvende
- Mulighed for justering af følsomhed for detektor



Fotos: Sporgasundersøgelser til fastlæggelse af aktive transportveje til indeklimaet, Miljøprojekt nr. 1352, 2010

Præsentation af metoder – Økonomi

For alle metoder afhænger udgifterne af undersøgelsesniveau og lokalitetens størrelse.

BlowerDoor og termografi

- BlowerDoor: 6.000-8.000 kr.
- Termografi: 1.500-5.000 kr. (kræver erfaren operatør)
- Rådgivning: 6.000-8.000 kr.

ppb-RAE

- Udføres oftest i kombination med detaljeret byggeteknisk gennemgang. Kan udføres for i størrelsesordenen 5.000-20.000 kr.

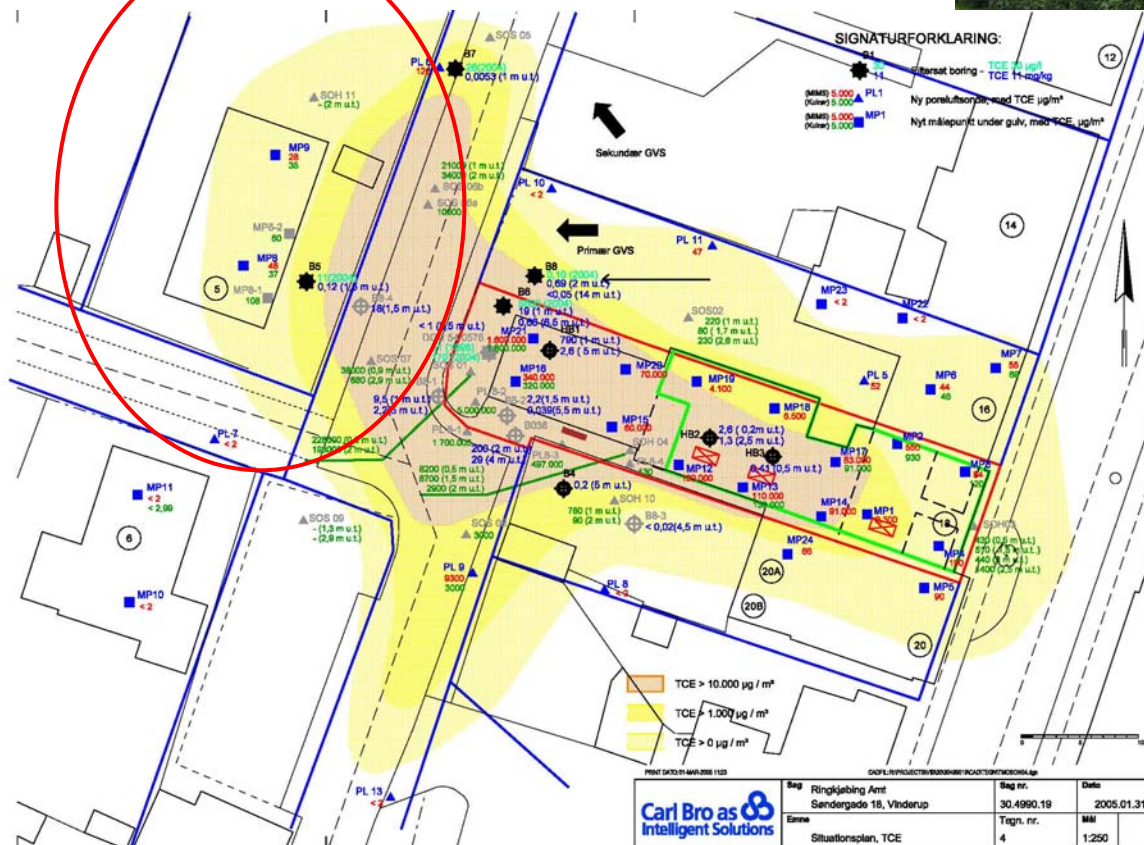
Sporgas

- Standardundersøgelse vurderes at kunne udføres for i størrelsesordenen 10.000-30.000 kr.

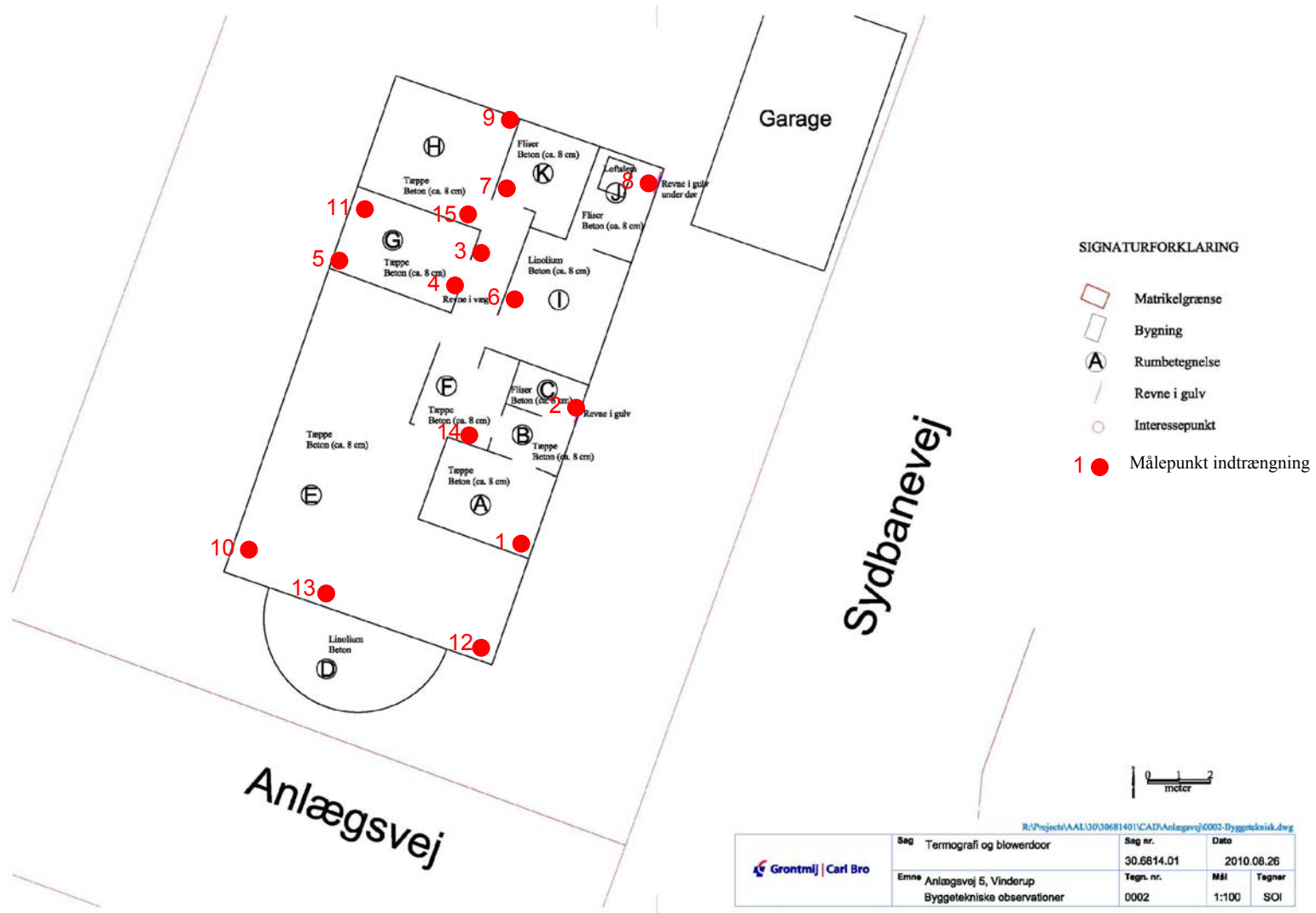
Case 1 – Vinderup – Baggrund

Baggrund

- Parcelhus fra 1973 i ét plan
- Nabo til renseri



Case 1 – Vinderup – Baggrund fortsat



Case 1 – Vinderup – Udførte undersøgelser

Metode	Beskrivelse	Udført
Visuel byggeteknisk gennemgang	Brud, revner og andre visuelle føringsveje bestemmes. Det er ikke muligt, at vurdere om de er gennemgående	Ja
Termografi (uden undertryk)	Gennemgang af bygningen med et termografikamera for at vurdere indtrængningspunkter ved hjælp af temperaturforskelle. Metoden er afhængig af at der er en temperaturforskel mellem udeluft og luft	Ja
ppb-RAE måling (uden undertryk)	Måling af indtrængningspunkter ved hjælp af et ppb-RAE instrument	Ja
Sporgasforsøg (uden undertryk)	Der injiceres sporgas under gulv og mulige indtrængningspunkter identificeres ved forskellige undertryk. Metoden er meget afhængig af geologien under bygningen samt grundvandsspejlet.	Nej
Termografi (med undertryk fra blowerdoor)	Gennemgang af bygningen med et termografikamera for at vurdere indtrængningspunkter ved hjælp af temperaturforskelle. Metoden er afhængig af at der er en temperaturforskel mellem indeklima, bygningsmaterialer, udeluft og luft under gulv.	Ja
ppb-RAE måling (med undertryk fra blowerdoor)	Måling med et ppb-RAE instrument på mulige indtrængningspunkter ved forskellige undertryk. Metoden giver kun måle de punkter som udvælges efter en visuel gennemgang.	Ja
Sporgasforsøg (med undertryk fra blowerdoor)	Der injiceres sporgas under gulv og mulige indtrængningspunkter identificeres ved forskellige undertryk. Denne metode er meget afhængig af geologien under bygningen samt grundvandsspejlet.	Nej
Thoronmålinger	Der måles med et thoroninstrument og indtrængningspunkter identificeres. Metoden kan kun måle de punkter som udvælges efter en visuel gennemgang.	Nej

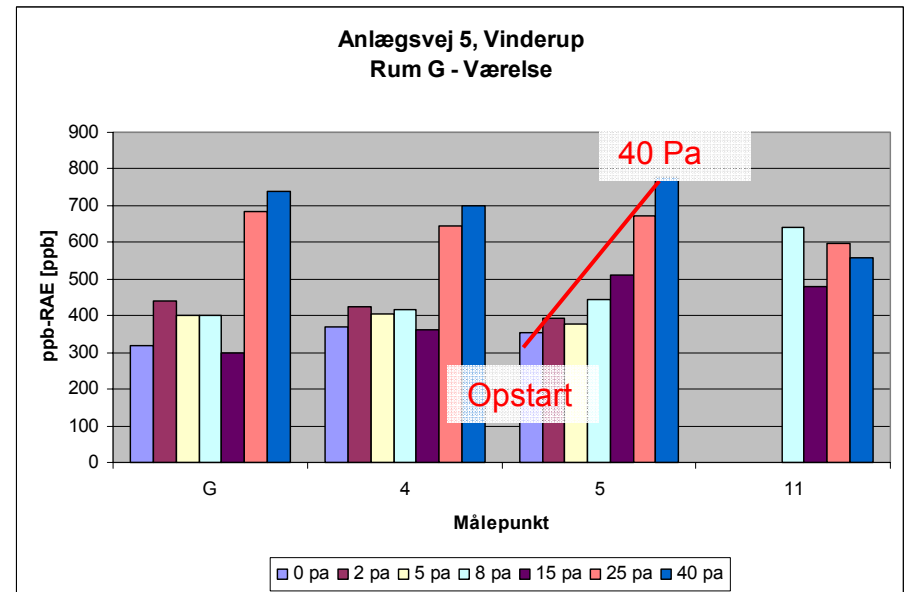
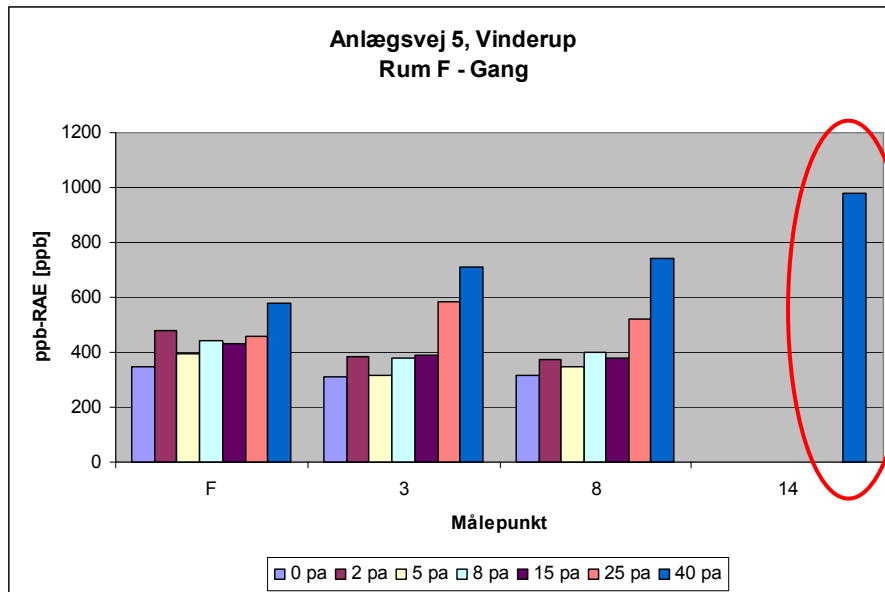
**Termografi
og ppb-RAE**

Case 1 – Vinderup – Resultater

- **Differenstryk:**
 - Inden 'kunstigt' undertryk måles svagt overtryk i indeklimaet (0-2 Pa) i alle punkter.
 - Ved BlowerDoor vender gradienten og der skabes et differenstryk på op til 6 Pa (undertryk).
- **Termografi:**
 - Termografiforsøget viste ikke nogle indtrængningspunkter hverken ved den indledende gennemgang eller ved påført undertryk.

Case 1 – Vinderup – Resultater fortsat

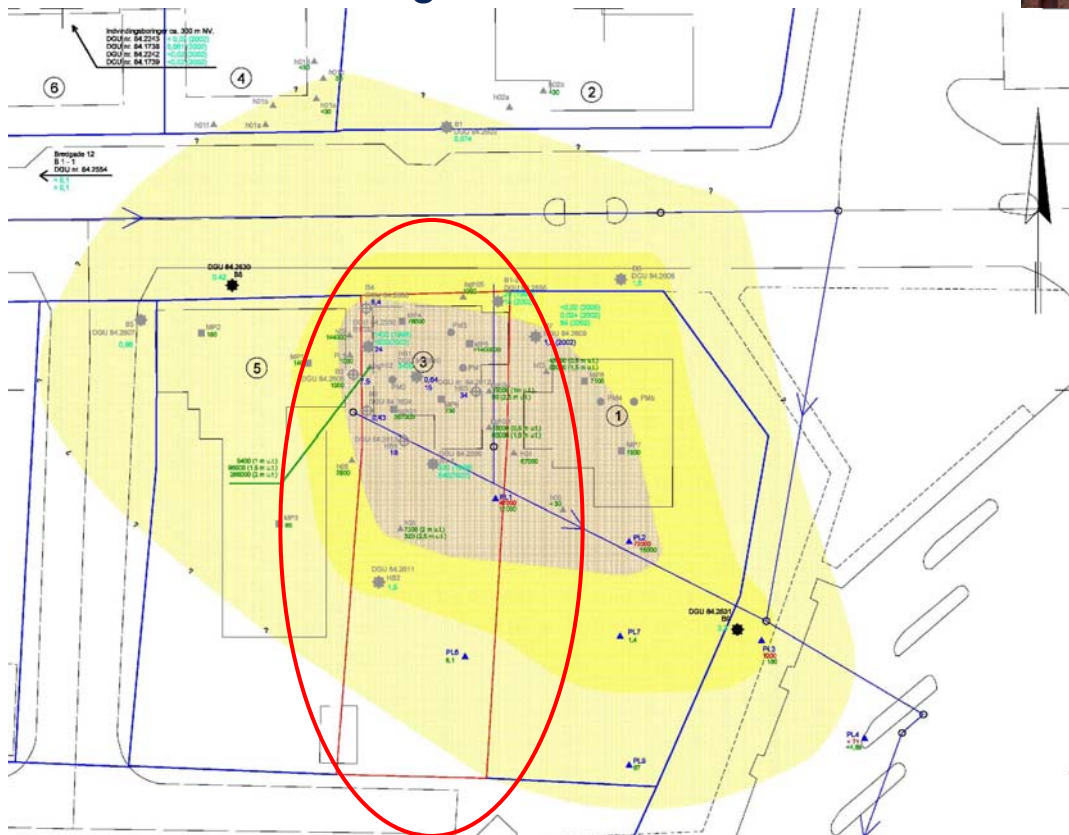
- ppb-RAE:
 - Ved ppb-RAE målinger er der målt forhøjede værdier (200-800 ppb) i den sydlige del af bygningen samt ved enkelte måle-punkter.
 - Der ses forhøjede udslag med op til faktor 3 (op til 2.000 ppb) ved påføring af undertryk.
 - Nye indtrængningsveje ved påføring af undertryk.



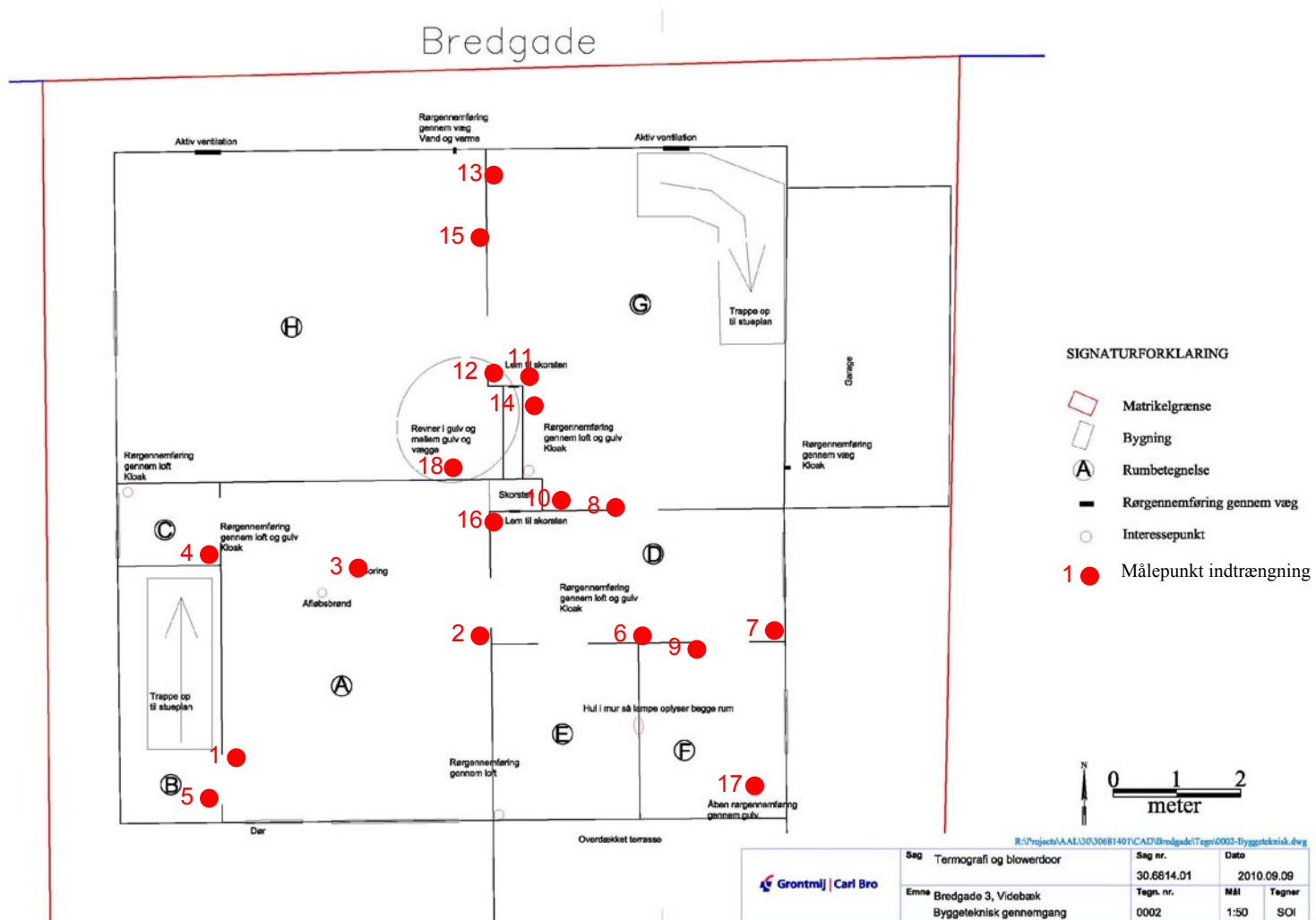
Case 2 – Videbæk – Baggrund

Baggrund

- Ejendom i 3 etager (inklusive kælder) fra 1950
- Tidligere renseri
- Aktiv ventilering af kælder



Case 2 – Videbæk – Baggrund fortsat



Case 2 – Videbæk – Udførte undersøgelser

Metode	Beskrivelse	Udført
Visuel byggeteknisk gennemgang	Brud, revner og andre visuelle føringsveje bestemmes. Det er ikke muligt, at vurdere om de er gennemgående	Ja
Termografi (uden undertryk)	Gennemgang af bygningen med et termografikamera for at vurdere indtrængningspunkter ved hjælp af temperaturforskelle. Metoden er afhængig af at der er en temperaturforskel mellem indersiden af bygningen og luft	Ja
ppb-RAE måling (uden undertryk)	Indtrængnings-	Ja
Sporgasforsøg (uden undertryk)	Indtrængnings- afhængig af et.	Ja
Termografi (med undertryk fra blowerdoor)	Termografikamera for at vurdere indtrængningspunkter ved hjælp af temperaturforskelle mellem indersiden af bygningen og luft under gulv.	Ja
ppb-RAE måling (med undertryk fra blowerdoor)	Måling med et ppb-RAE instrument på mulige indtrængningspunkter ved forskellige undertryk. Metoden giver kun måle de punkter som udvælges efter en visuel gennemgang.	Ja
Sporgasforsøg (med undertryk fra blowerdoor)	Der injiceres sporgas under gulv og mulige indtrængningspunkter identificeres ved forskellige undertryk. Denne metode er meget afhængig af geologien under bygningen samt grundvandsspejlet.	Ja
Thoronmålinger	Der måles med et thoroninstrument og indtrængningspunkter identificeres. Metoden kan kun måle de punkter som udvælges efter en visuel gennemgang.	Nej

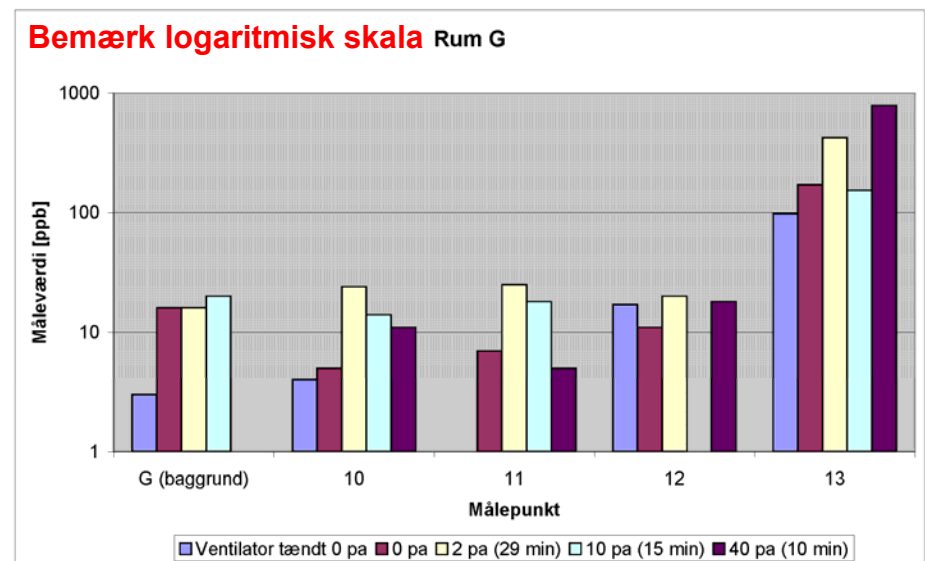
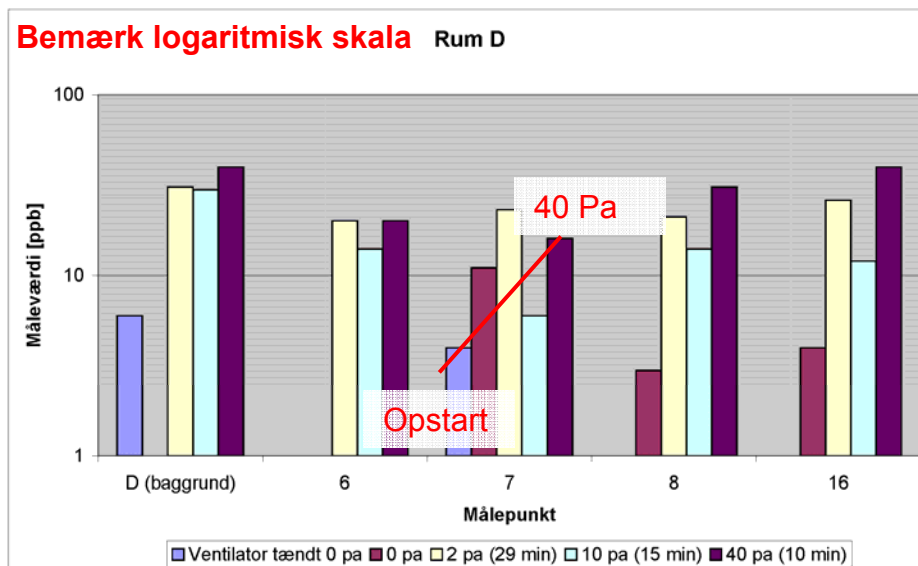
**Termografi,
ppb-RAE og
sporgas**

Case 2 – Videbæk – Resultater

- **Differenstryk:**
 - Inden 'kunstigt' undertryk måles svagt differenstryk, der varierer mellem overtryk og undertryk i forhold til under gulv (-2-+2 Pa).
 - Ved BlowerDoor ses der forøget gradient i rum G med differenstryk på op til 25 Pa (undertryk). I de øvrige målinger ses der ingen forandring.
- **Termografi:**
 - Termografiforsøget viste ikke nogle indtrængningspunkter hverken ved den indledende gennemgang samt ved påført undertryk.

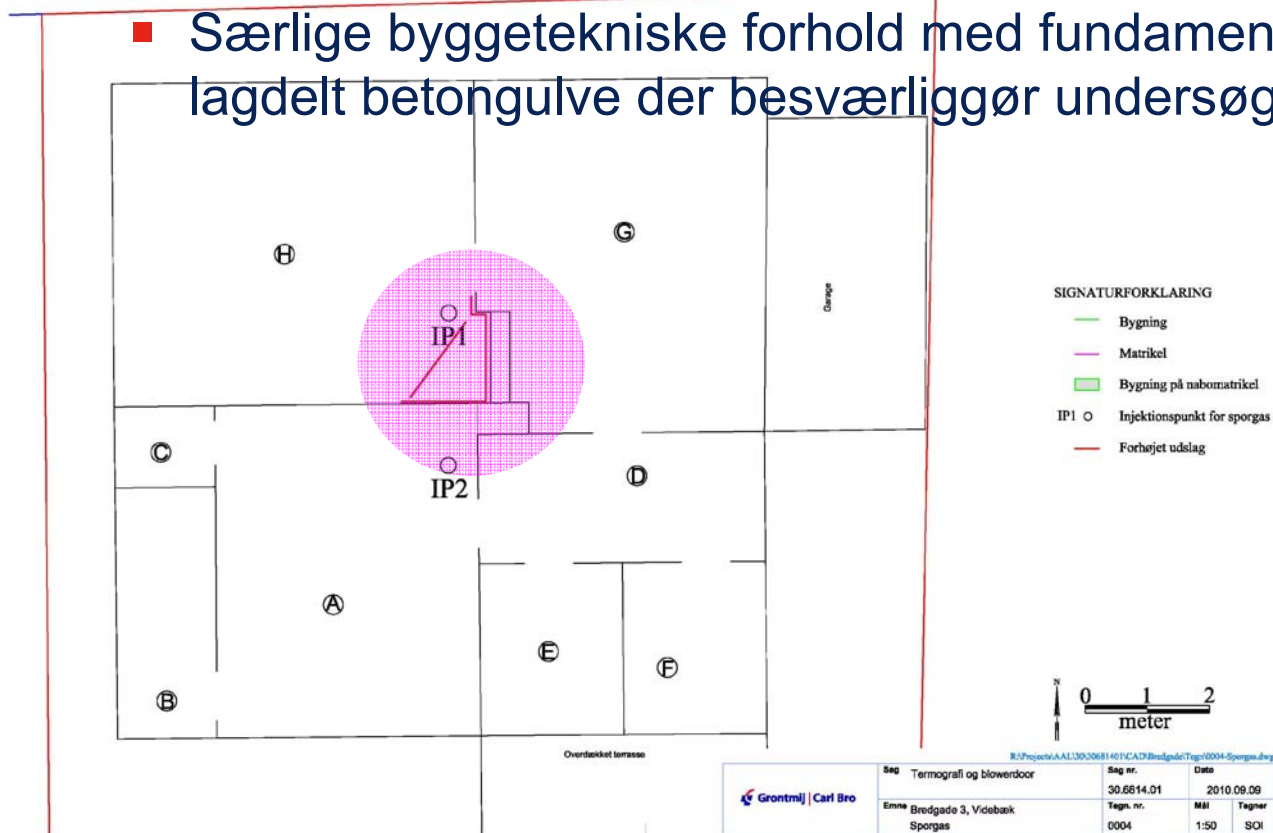
Case 2 – Videbæk – Resultater fortsat

- ppb-RAE:
 - Kun svagt udslag med ppb-RAE (<10 ppb) inden påføring af undertryk pga. aktiv ventilering af kælder.
 - Stigning i flere punkter på op til 1000 ppb.



Case 2 – Videbæk – Resultater fortsat

- Sporgas:
 - Der er observeret kraftigt udslag ved revner og ved skorsten. Ingen respons i resten af kælder.
 - Ikke øget gennemtrængning ved påførsel af undertryk.
 - Særlige byggetekniske forhold med fundamenter og lagdelt betongulve der besværliggør undersøgelsen.



nij | Carl Bro

Kort opsummering

- Termografi:
 - Vurderes ikke at være anvendelig til sporing af indtrængningsveje.
- ppb-RAE (med og uden BlowerDoor):
 - Vurderes at være anvendelig til sporing af indtrængningsveje
 - Hurtige resultater
 - Kildespecifik
 - Risiko for fejlmålinger (sum af VOC)
 - Forhøjet udslag ved påført undertryk
 - Nye føringsveje ved påført undertryk
- Sporgas (med og uden BlowerDoor):
 - Vurderes at være anvendelig til sporing af indtrængningsveje
 - Hurtige resultater
 - Metoden har begrænsninger ved højtstående grundvand
 - Nødvendigt med indgående kendskab til særlige byggetekniske forhold, der kan hindre gassen i at sprede sig
 - Kraftigere udslag ved påført undertryk
 - Ingen nye føringsveje ved påført undertryk