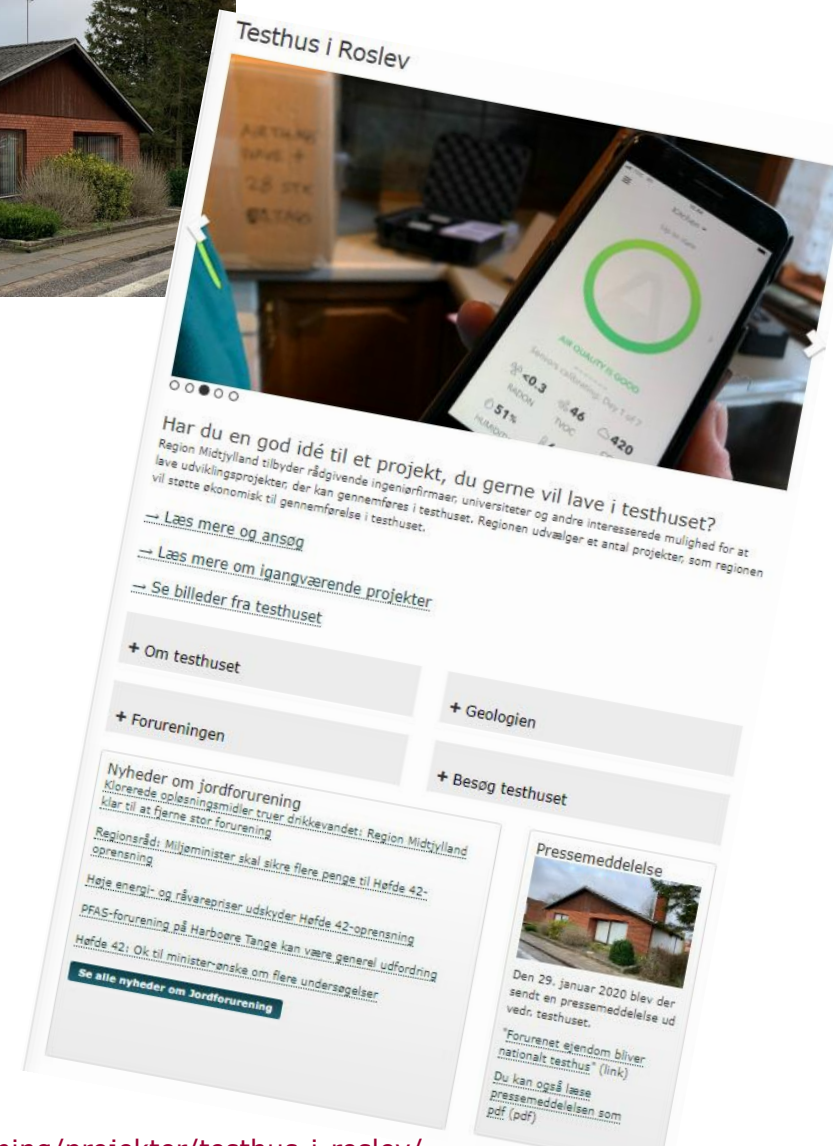


Tidslig variation af forurening i poreluft og indeluft – resultater fra to års målinger i testhus

ATV-Vintermøde 5. marts 2024
Winnie Hyldegaard

Testhus Roslev

- Vi købte testhuset i okt. 2019
- Tidligere renseri – indeluft påvirket af chlorerede opløsningsmidler inkl. Vinylchlorid
- Højtstående grundvand 0,5-1,0 m.u.t.
- Meget utæt klimaskærm



Indeluftmålinger

- Indeluftmålinger udføres passivt – typisk over ca. 14 dage.
- Retningslinjer for luftprøvetagning:
Det skal tilstræbes, at indeluftmålinger udføres i fyrings-sæsonen (oktober til april), da koncentrationerne i indeluften forventes at være højest i denne periode grundet den større temperaturforskel på ude og indeluft (større termisk opdrift) samt mindre udluftning.



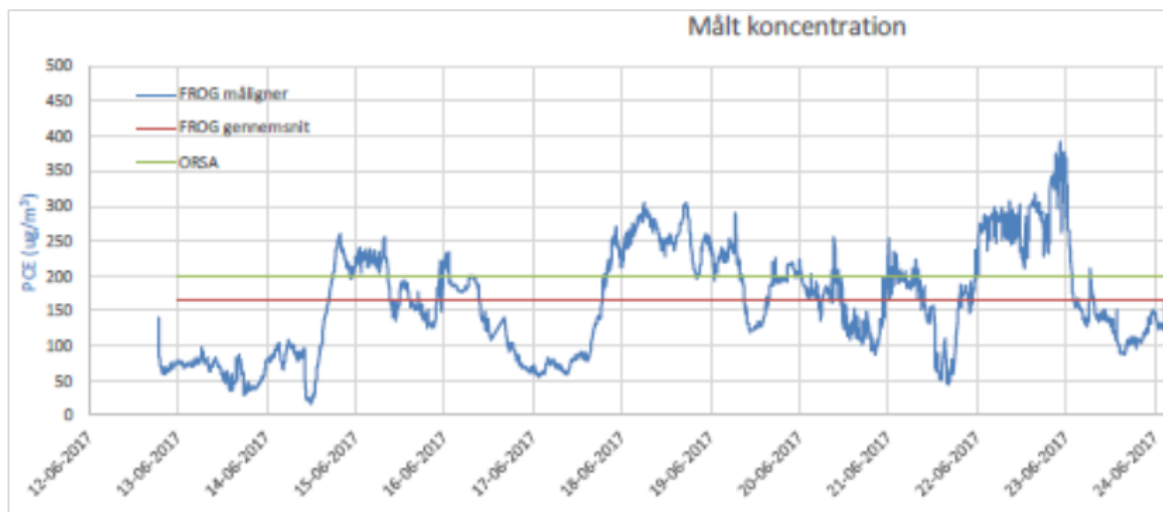
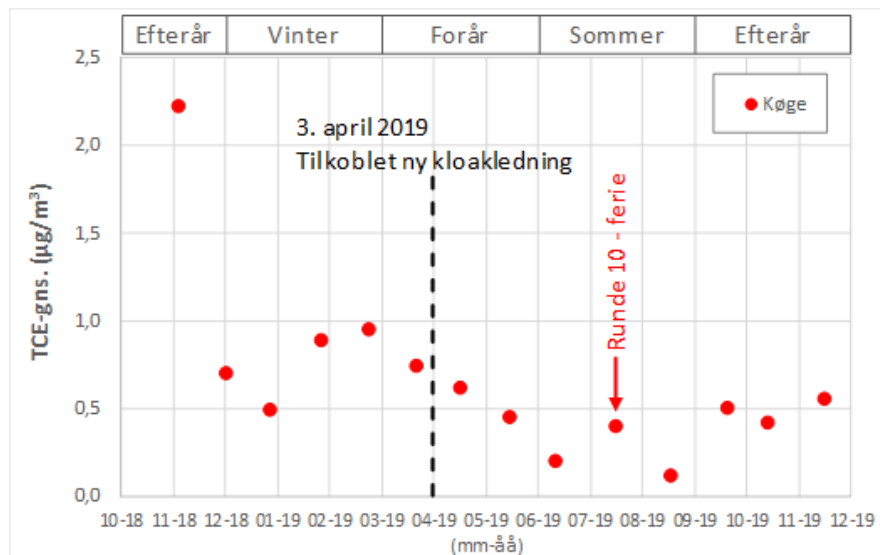
Formål

Projektets overordnede formål er:

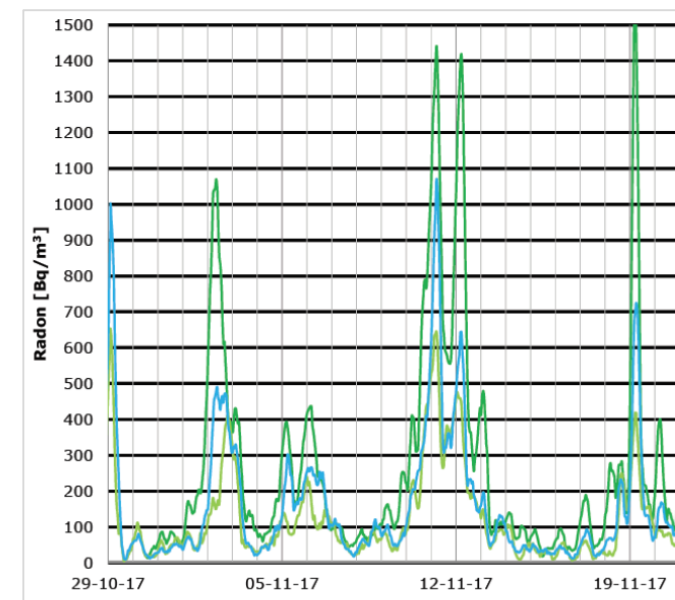
- at synliggøre tidslige variationer i forureningskoncentration i indeluft og poreluft
- at give et bedre grundlag for at vælge hvor og hvornår man bør måle
- at undersøge sammenhænge

Baggrund

Eksempel på variation i TCE-koncentration i indeluft over et års tid



Eksempel på variation i PCE-koncentration i indeluft over 12 dage målt med FROG (kontinuerte målinger)



Eksempel på variation i radonkoncentration i indeluften over 1 måned

Måleprogram

Undersøgelserne i testhuset er gennemført over ca. 2 år i perioden marts 2020 til februar 2022

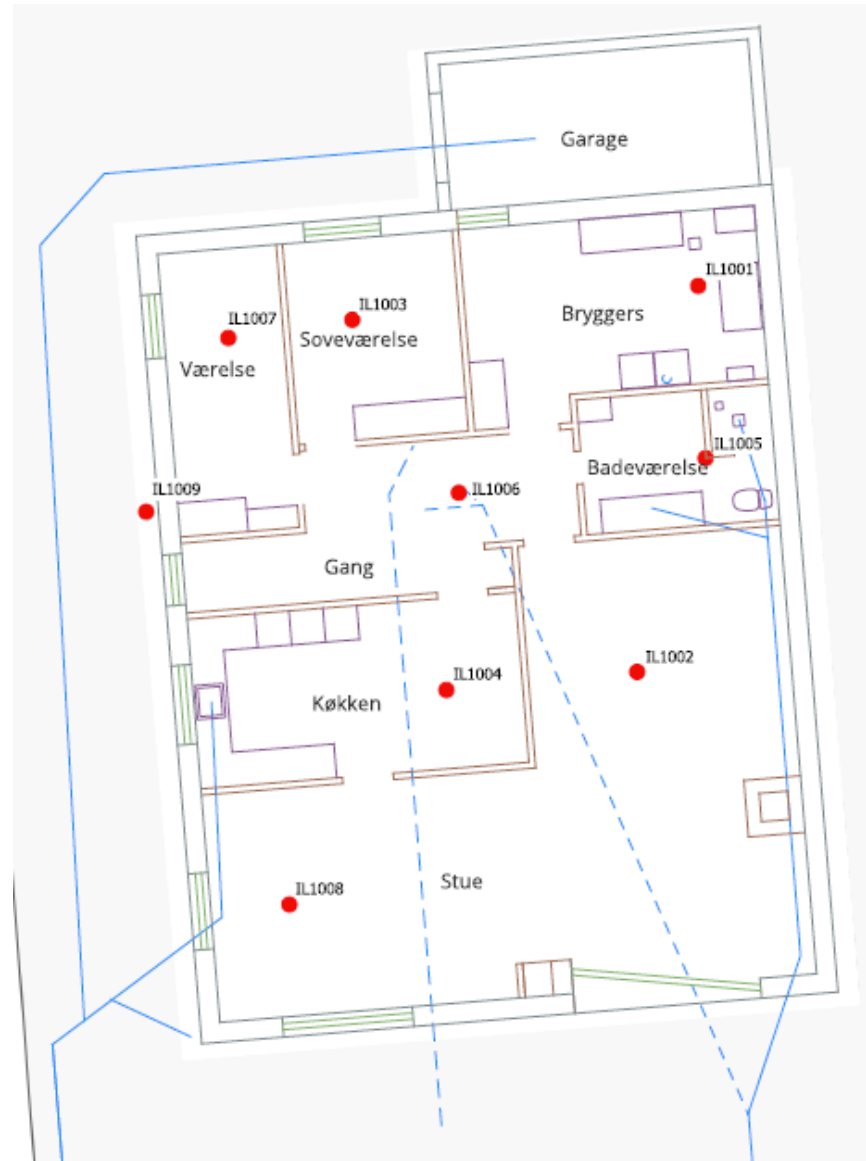
	Antal punkter	Metode	Frekvens	Prøvetagningstid	Antal målerunder	Antal målinger
Poreluft under gulv	11	Kulrør	Hver 4. uge	100 minutter	27	290
Indeluft	8	ORSA-rør	Hver 2. uge	14 dage	49	390
Udeluft	1	ORSA-rør	Hver 2. uge	14 dage	49	49
Kloakluft, bag vandlås	2	ORSA-rør	Hver 2. uge	14 dage	36	67
Kloakluft, brønde	2	ORSA-rør	Hver 2. uge	14 dage	36	71

Herudover:

- radon
- differenstryk over gulv
- temperatur
- grundvandsstand og -temperatur
- nedbør
- vind
- m.m.

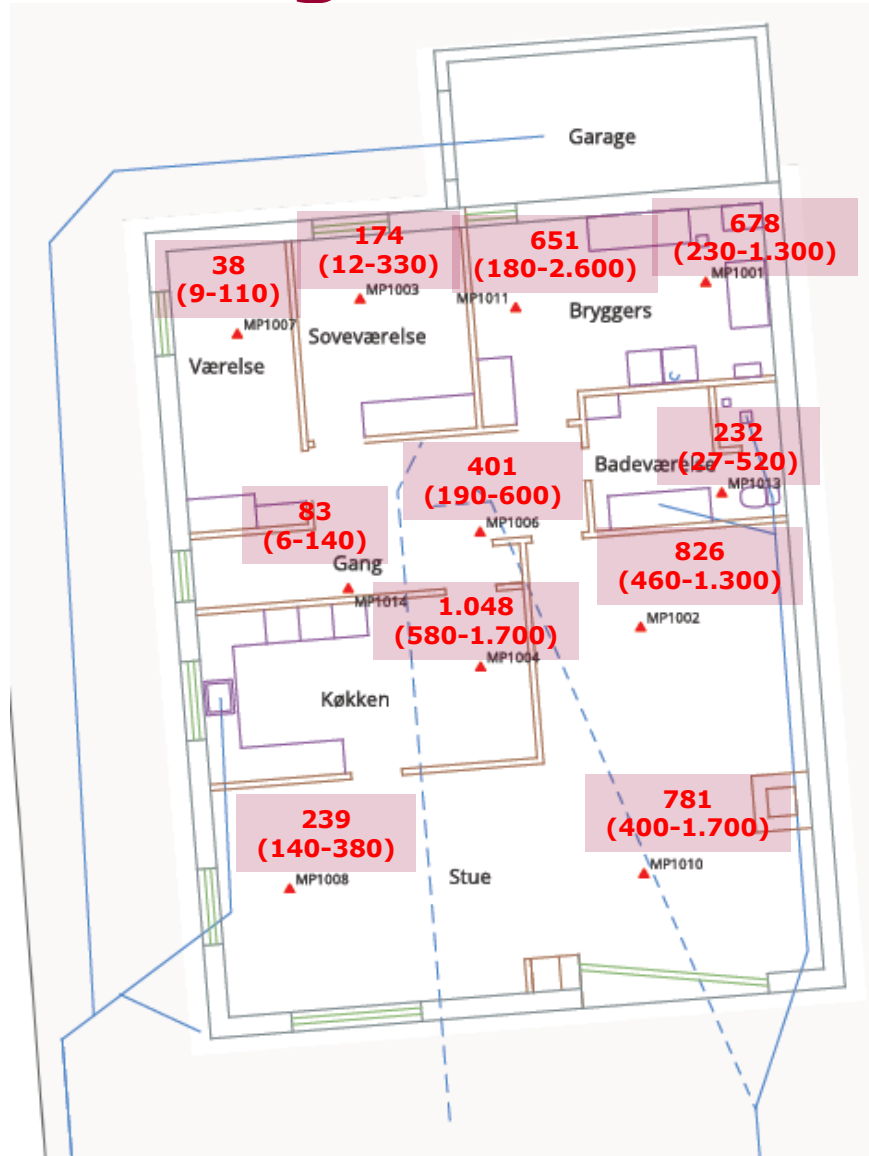


11 punkter under gulv



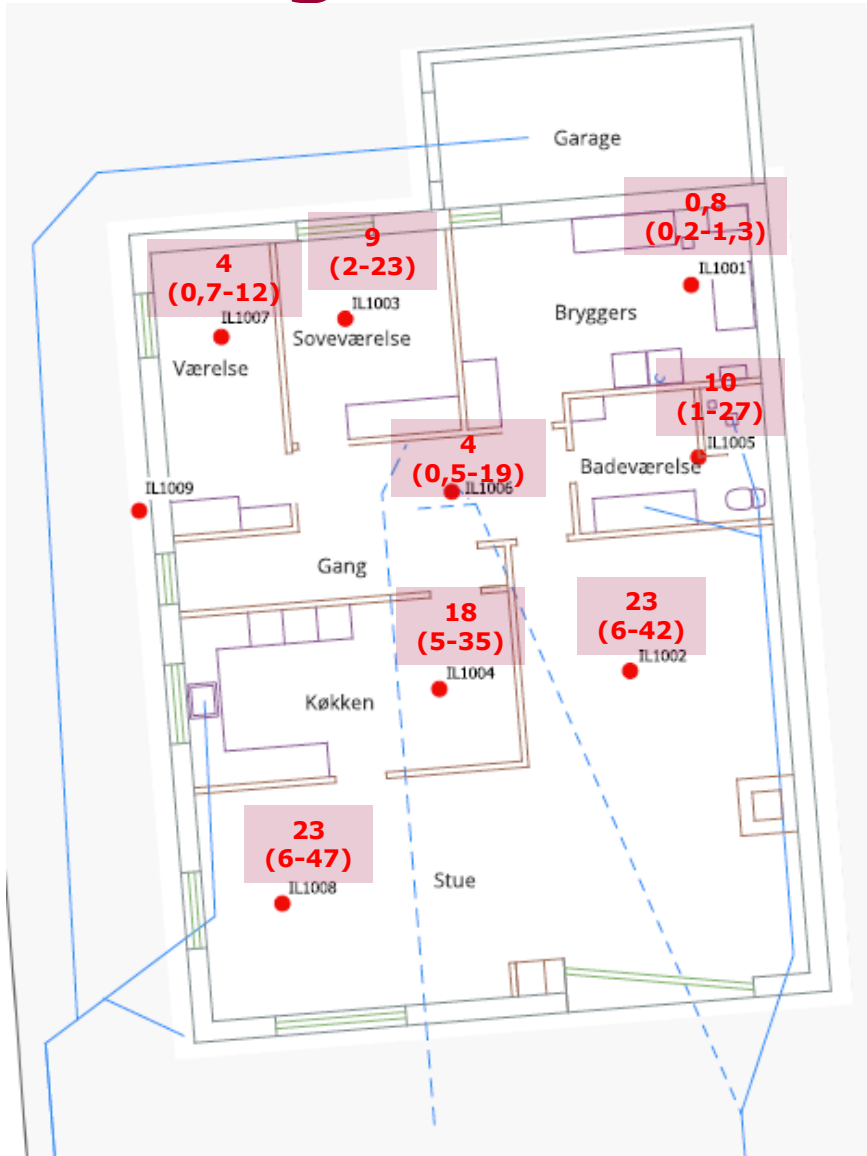
8 punkter i indeluft

Rumlig variation - poreluft



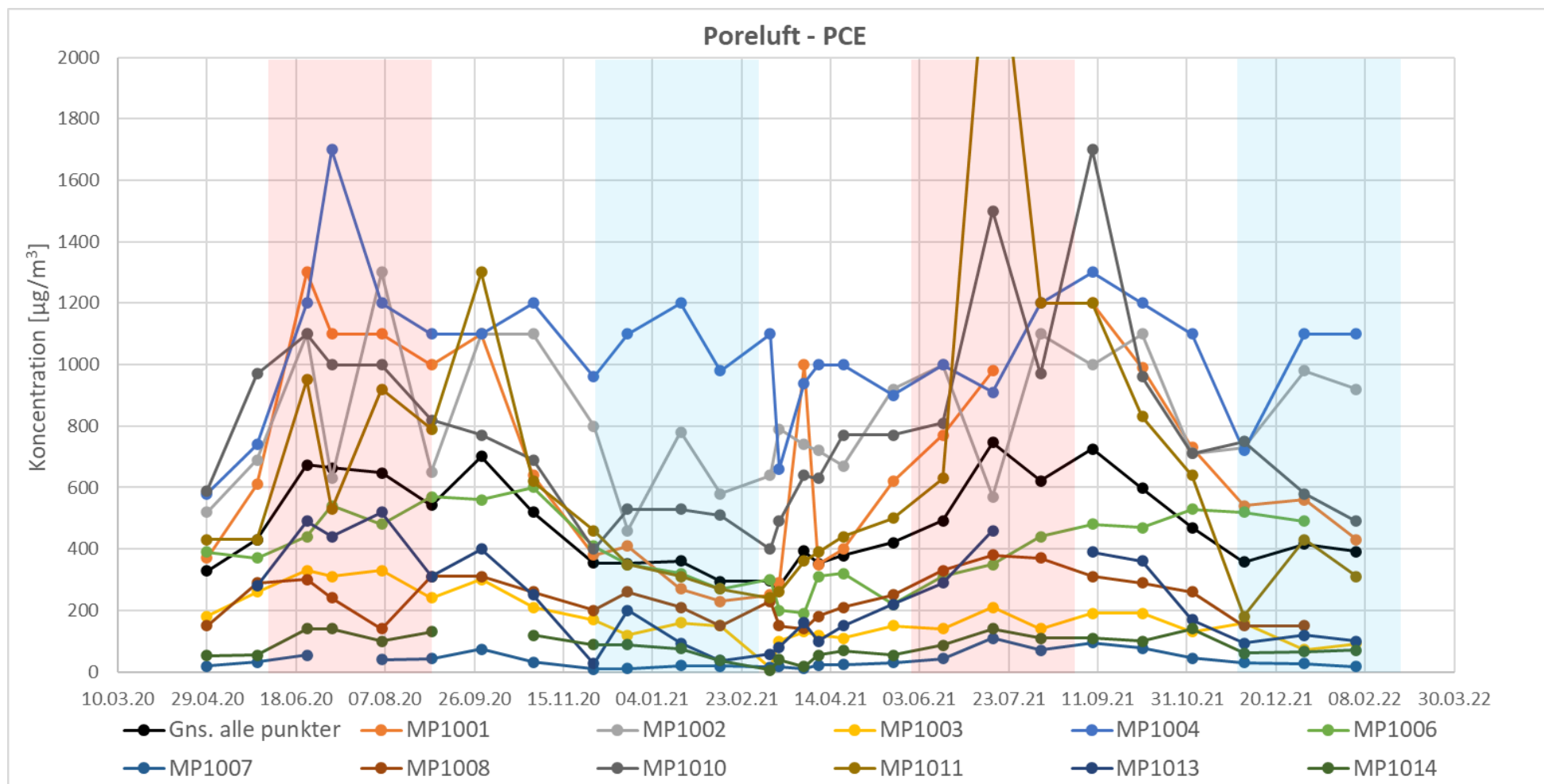
- PCE 6,2-2.600 µg/m³.
- Ved samme målerunde er der fundet 6,2-1.100 µg/m³ – faktor ca. 180.
- Skyldes blandt andet, at der ser ud til at være fundament under mange interne vægge samt højtstående grundvand.

Rumlig variation - indeluft

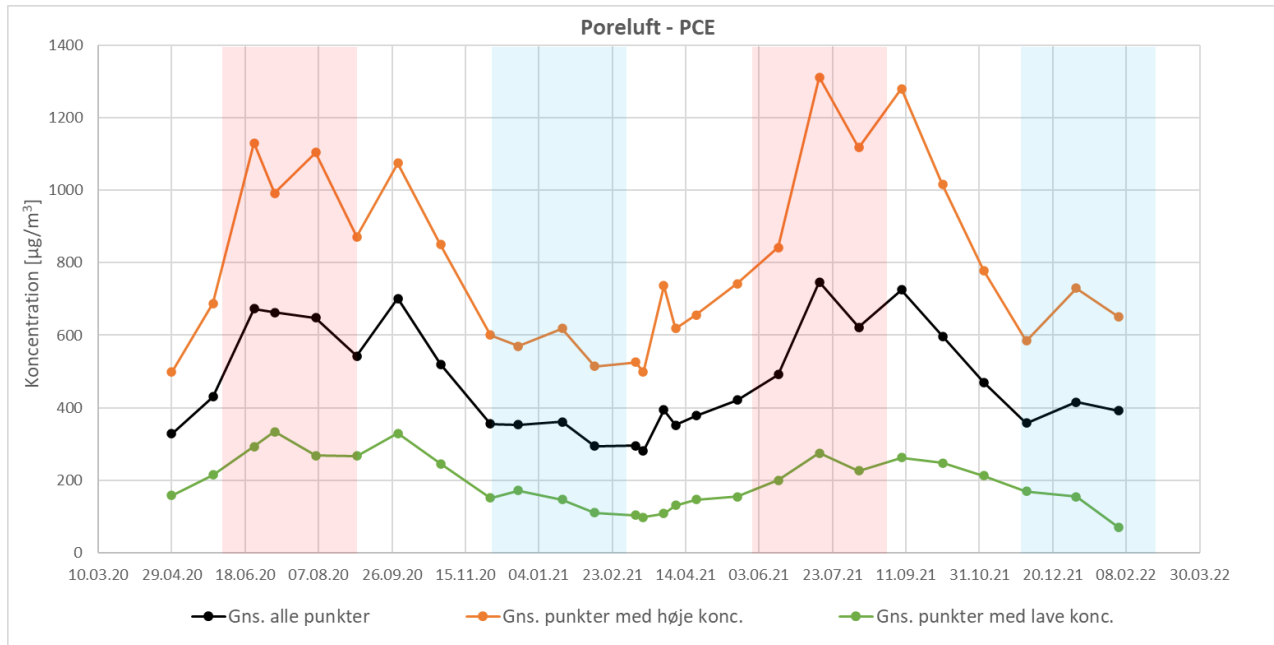


- PCE 0,51-47 µg/m³.
- Ved samme målerunde er der fundet 0,75-16 µg/m³ – faktor ca. 20.
- Interne døre har været lukkede i størstedelen af perioden. Kun faktor 2 med åbne døre.

Tidslig variation - poreluft



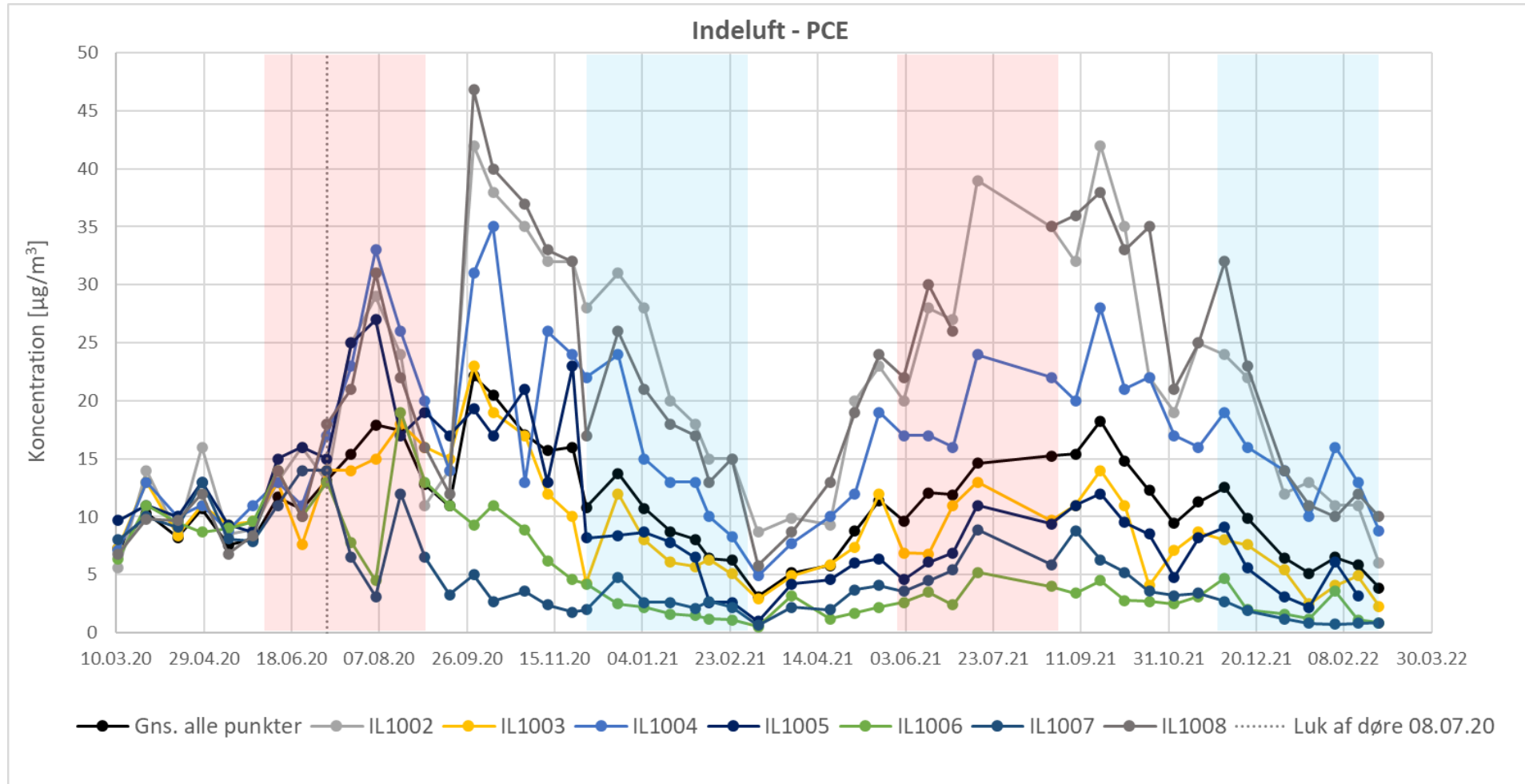
Tidslig variation - poreluft



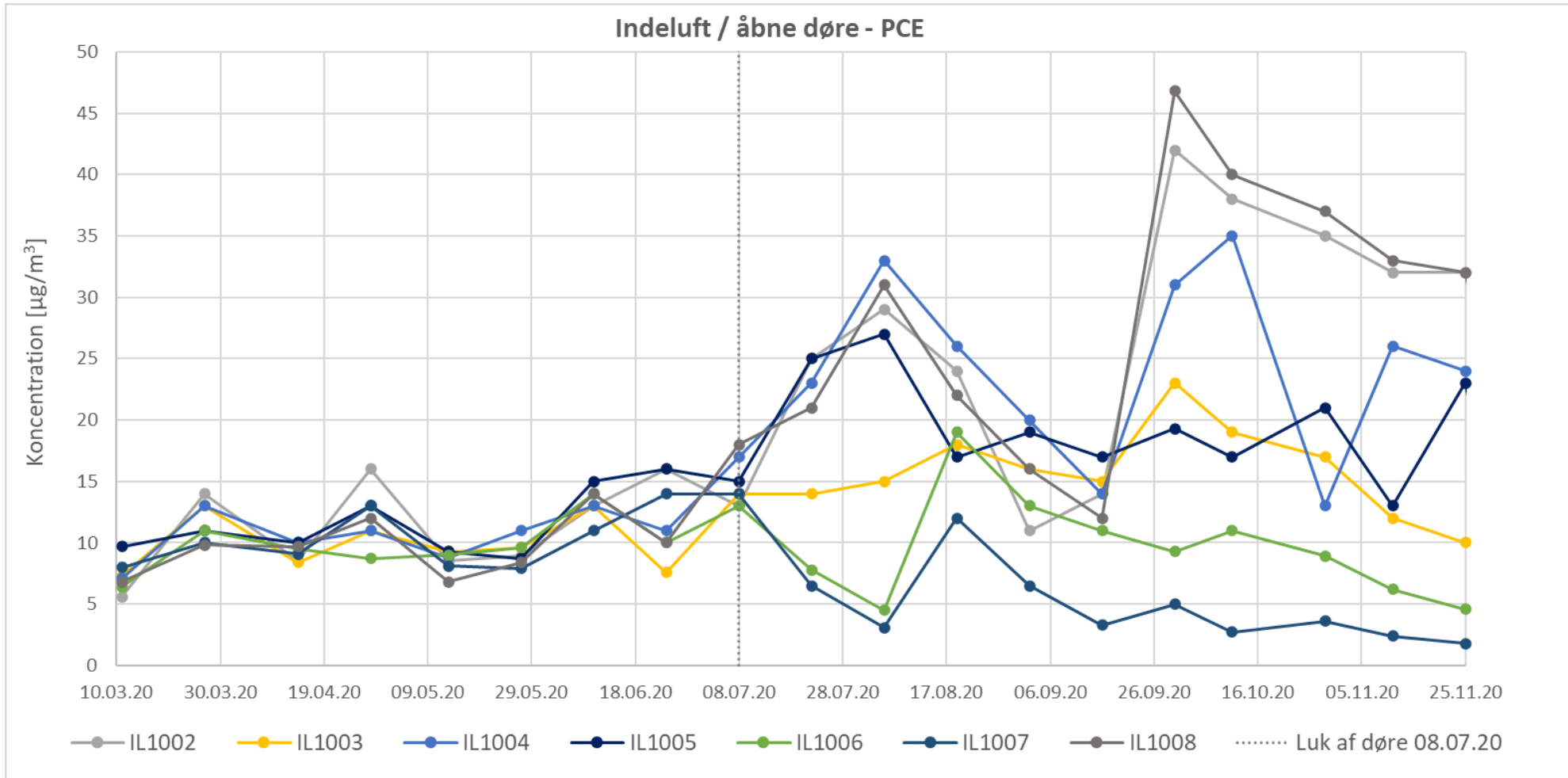
- Forholdsvis stor tidslig variation i poreluft.
- I samme punkt er der fundet op til faktor ca. 30.
- Tydelig årstidsvariation med de højeste koncentrationer i juni-september og laveste i december-marts.

Dato	MP1001	MP1002	MP1003	MP1004	MP1006	MP1007	MP1008	MP1010	MP1011	MP1013	MP1014
Middel	678	826	174	1048	401	38	239	781	651	232	83
Max.	1300	1300	330	1700	600	110	380	1700	2600	520	140
Min.	230	460	12	580	190	8,6	140	400	180	27	6,2
Tidslige forskel	5,7	2,8	28	2,9	3,2	13	2,7	4,3	14	19	23

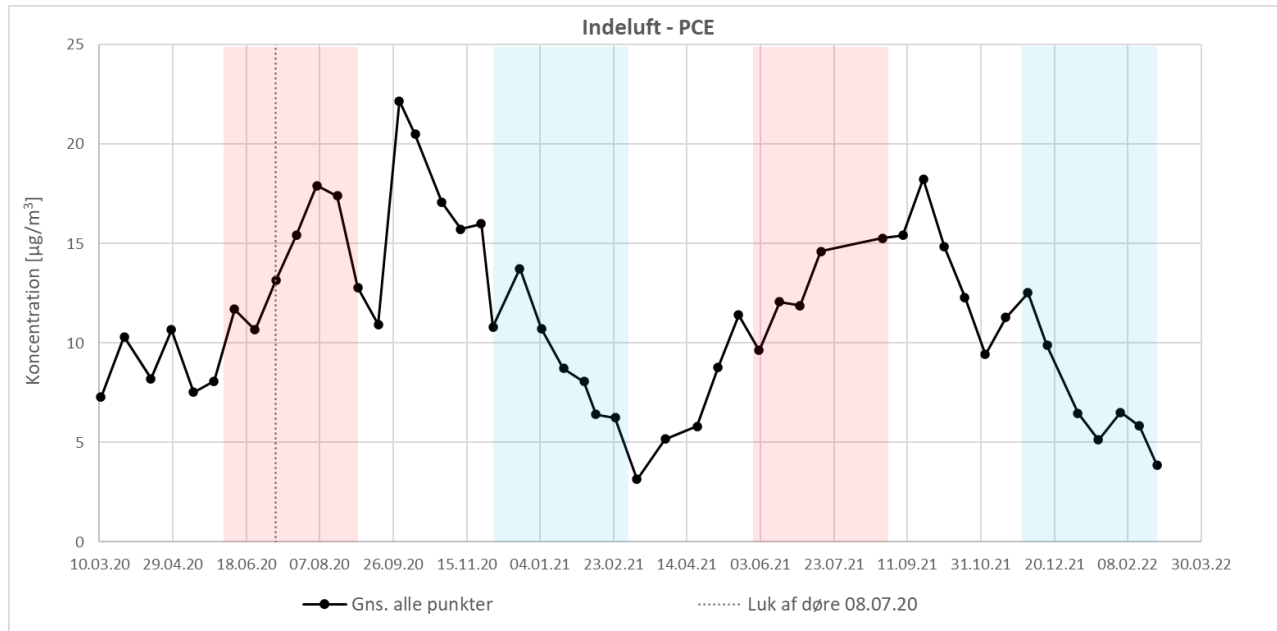
Tidslig variation - indeluft



Lukning af døre



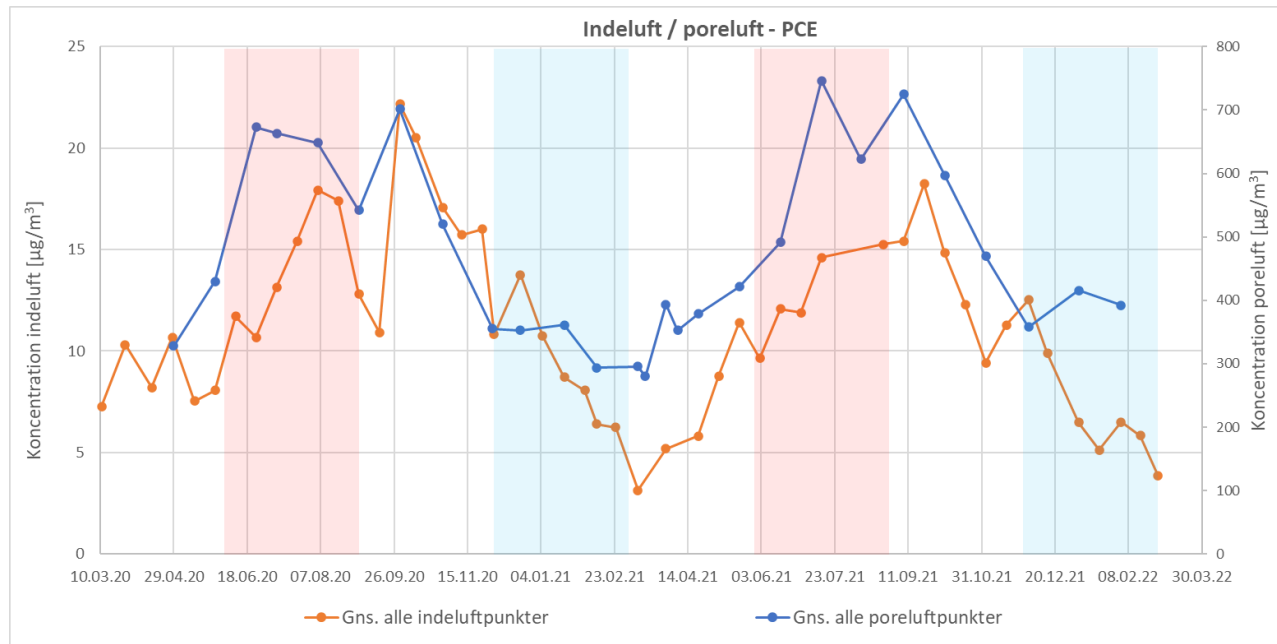
Tidslig variation - indeluft



- Forholdsvis stor tidslig variation i indeluft.
- I samme punkt er der fundet op til faktor ca. 40.
- Tydelig årstidsvariation med de højeste koncentrationer i juli-oktober og laveste i januar-april.
- Målinger afviger fra forventet bl.a. pga. ubeboet testhus og utæt klimaskærm.

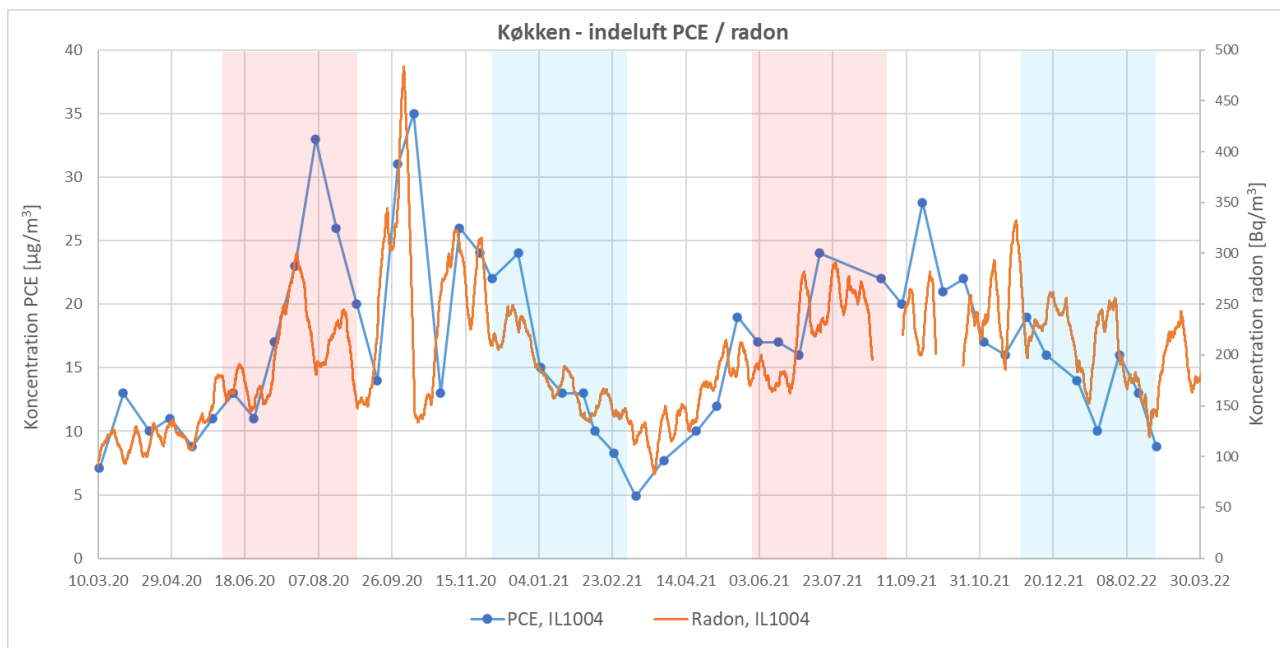
Prøveperiode	IL1001	IL1002	IL1003	IL1004	IL1005	IL1006	IL1007	IL1008
Uopvarmet								
Middel efter luk af døre	0,78	23	9,4	18	9,7	4,3	3,7	23
Max. efter luk af døre	1,3	42	23	35	27	19	12	47
Min. efter luk af døre	0,21	6,0	2,3	4,9	1,0	0,51	0,67	5,8
Tidslige forskel	6,2	7,0	10	7,1	27	37	18	8,1

Indeluft og poreluft



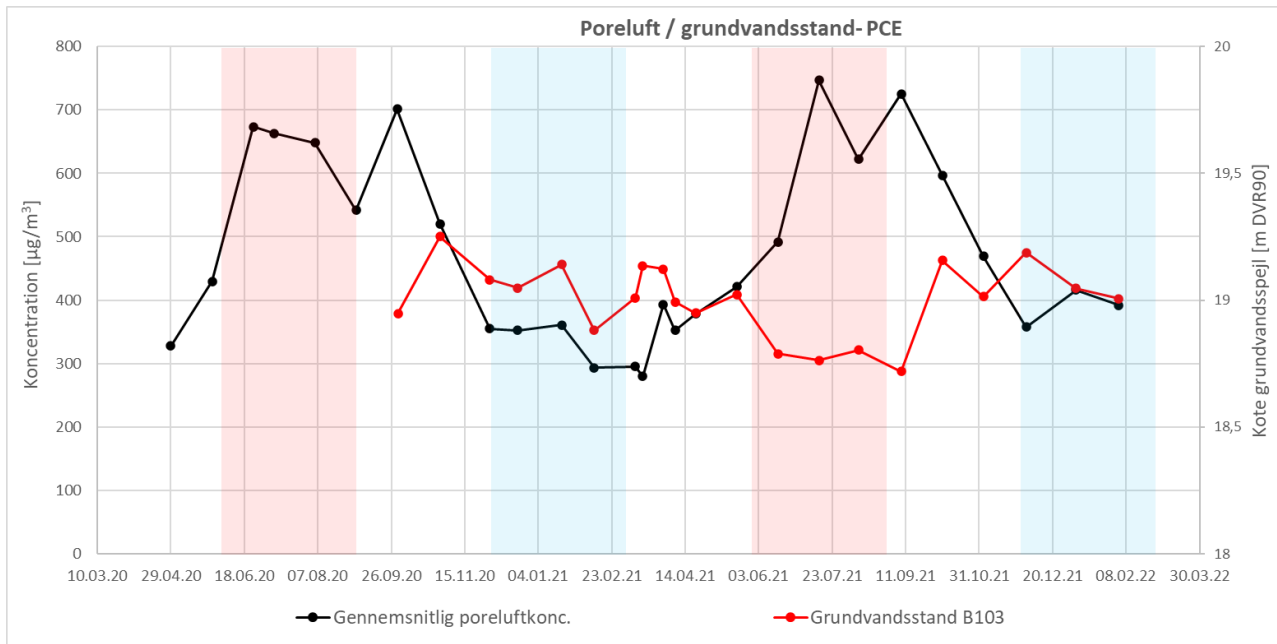
- Samme årstidsvariation for poreluft og indeluft.
- Indeluftkoncentrationerne er styret af koncentrationer i poreluften – med en lille forsinkelse.

Indeluft og radon



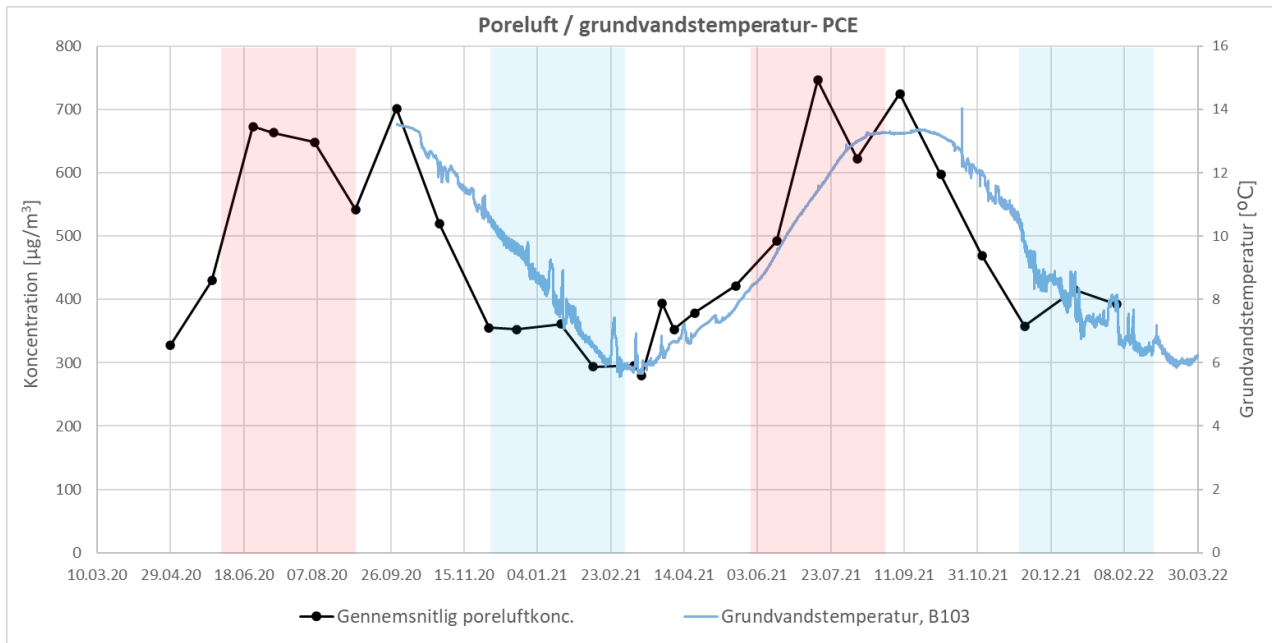
- Rigtig god sammenhæng mellem PCE-målinger og radonindhold.
- Radonmålinger er en god indikator for at belyse de tidlige variationer i forureningskoncentration i indeluft

Poreluft og grundvandsstand



- Der ses en sammenhæng mellem lidt lavere grundvandspejl (0,3-0,4 m.) i sommeren 2021 og stigende poreluftkoncentrationer.

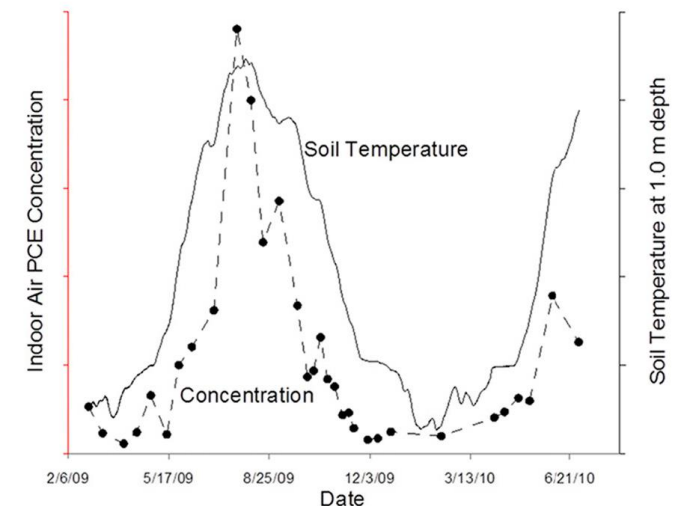
Poreluft og grundvandstemperatur



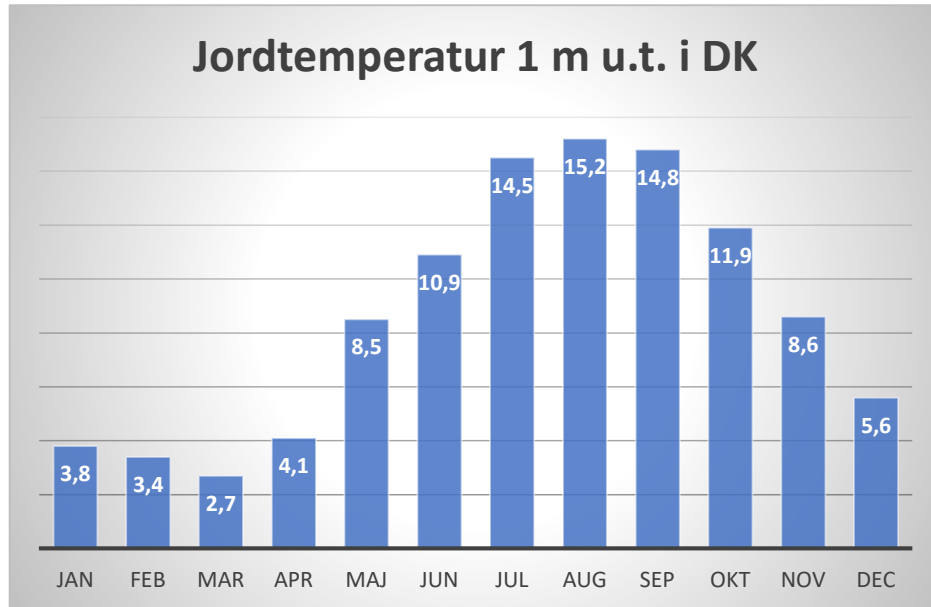
- Der ses god sammenhæng mellem variation i grundvandstemperatur og poreluftkoncentration.
- Jord-/grundvandstemperatur ser ud til at have stor betydning for indholdet i poreluften i umættet zone over vandspejlet

Sammenhæng mellem jordtemperatur og indeluftkoncentration af PCE.

Figur lånt fra: The predictable influence of soil temperature and barometric pressure changes on vapor intrusion, David L. Barnes, Mary F. McRae, Atmospheric Environment Volume 150, February 2017



Jord- og grundvandstemperatur



Jordtemperatur 1 m u.t. i DK

Data lånt fra: Danish Design Reference Year, Reference Climate Dataset for Technical Dimensioning in Buildings, Constructions and others Sectors, DMI, 2013

Annual variation of soil temperature at depths 20 to 700 cm in an experimental field 147

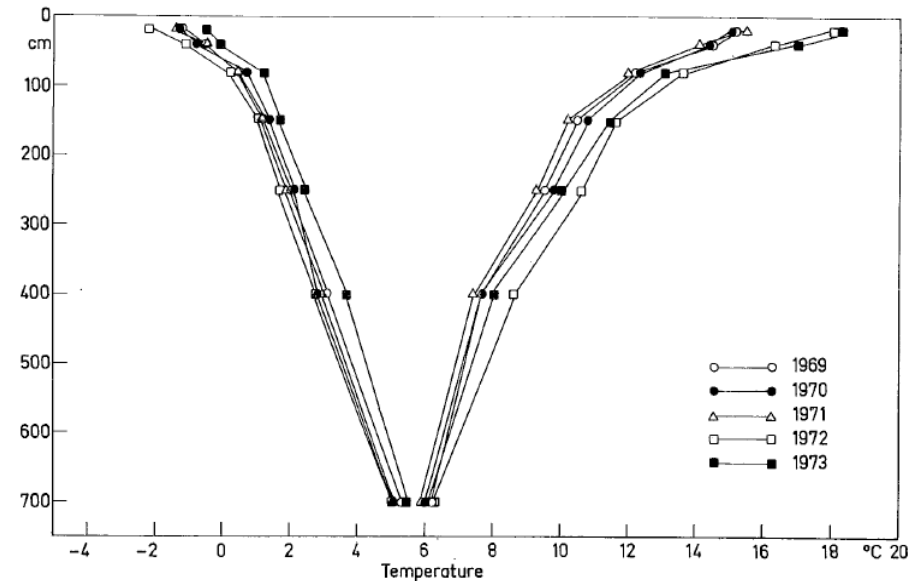


Fig. 2. Annual maximum and minimum soil temperatures for the years 1969 to 1973 at different depths.

Jordtemperatur over dybden i varm og kold periode

Figur lånt fra: Annual variation of soil temperature at depths 20-700 cm in an experimental field in Hyrylä, South Finland during 1969-73, R. Lemmelä, Y. Sucksdorff and K. Gilman, Geophysica 1981.

Jordtemperaturen 1 m u.t. ligger mellem +3°C til +15 °C (Danmark), mens jordtemperaturen omkring 7 m.u.t. nærmest ikke varierer (under 2°C - Finland).

Konklusion - poreluft

- Rumlig variation op til faktor ca. 180 ved samme målerunde.
- Tidslig variation op til faktor ca. 30 i samme punkt.
- I litteratur er fundet tidslige variationer op til faktor 100-1000.
- Tydelig årstidsvariation med de højeste koncentrationer i juni-september.

- Poreluftkoncentration vurderes at være styret af grundvands(jord)temperatur og grundvandsstand:
 - Høj temperatur giver større afdampning af flygtige stoffer
 - Lavere grundvandsstand giver større umættet zone, med større afdampning

- Vi vurderer, at årstidsvariationer i poreluftkoncentrationer kan være betydende, hvis forureningskilden ligger terrænnært og ned til 3-5 m u.t.

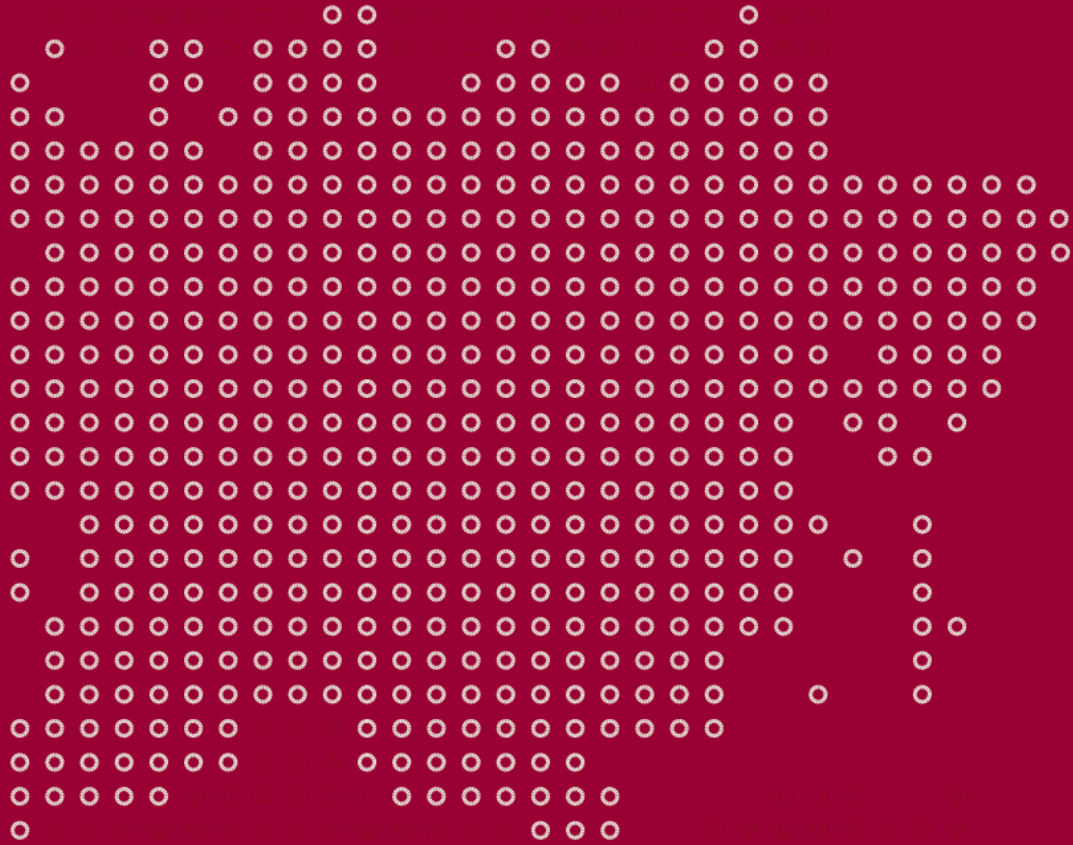
- **Man kan risikere at underestimere poreluftkoncentrationen, hvis der udføres poreluftmålinger i vinterperioden på lokaliteter med terrænnær forureningskilde.**

Konklusion - indeluft

- Rumlig variation op til faktor ca. 20 ved samme målerunde (med lukkede døre).
- Tidslig variation op til faktor ca. 40 i samme punkt.
- Tydelig årstidsvariation med de højeste koncentrationer i juli-oktober.

- Styret af indhold i poreluften.
- Stor betydning om interne døre er åbne eller lukkede.
- Ingen sammenhæng med differenstryk og temperaturer. Skyldes formentlig at klimaskærmen er meget utæt, og dermed ikke så stor skorstenseffekt.
- Ingen udluftning.
- Radonmålinger giver god viden om variationer.

- Man kan risikere at underestimere risikoen for forureningspåvirkning, hvis der kun udføres indeluftmålinger i fyringssæsonen i boliger, der ligner testhuset (terrænnær forureningskilde og lavt luftskifte).



TAK for i dag 😊