

- Nu er vi ved at være mætte af gode indtryk, så inden morfaren ”overmander” Jer vil jeg gerne reklamere lidt for det der kommer:
 - Resultaterne fra dette projekt kan I gå lige hjem og anvende næsten dagligt.
- Og svaret på mit titelspørgsmål ”Hvornår holder en reduktionsfaktor på 100 over betongulv?” er:



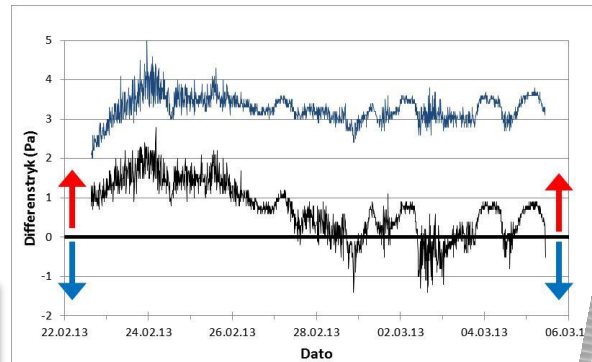
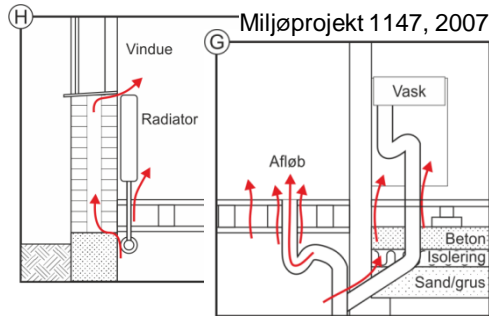
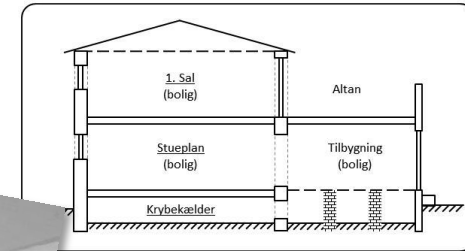
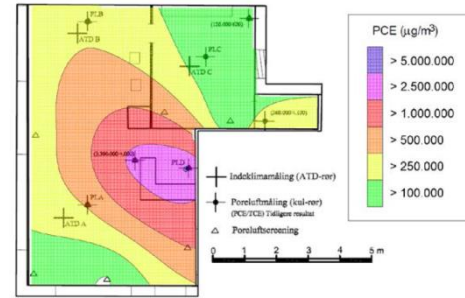
– Det gør den i ca. 73 % af tilfældene.

- Få det detaljerede svar – og svar på mange flere relevante spørgsmål om indeklimabidrag og reduktionsfaktorer – på de følgende 15 slides, f.eks.:
 - Hvilken reduktionsfaktor kan man anvende med høj grad af sikkerhed?



Baggrund – indeklimabidrag i det hele taget

- Indeklimabidrag af flygtige forureningskomponenter opstår i et (dynamisk) samspil mellem:
 - a. Poreluftforureningens styrke og fordeling under gulv.
 - b. Bygningsforhold – konstruktioner, (krybe)kælder, installationer.
 - c. Indtrængningsveje – antal og beliggenhed.
 - d. Trykdifferens over gulvet/konstruktioner.
 - e. Opblanding/ fortynding i rumluft via ventilation/luftskifte.

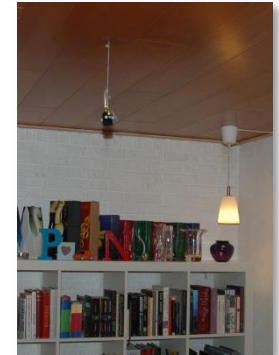
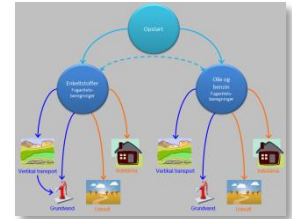


Hvordan bestemmes indeklimabidraget?

- Tre principielle måder at bestemme indeklimabidraget på:
 1. Direkte indeklimamåling (hvis der ikke er interne bidrag).
 2. Måling under gulv og beregning f.eks. i JAGG-modellen.
 3. Måling under gulv og beregning via en reduktionsfaktor.

Her →

- For chlorerede opløsningsmidler kan man i vid udstrækning benytte sig af indeklimamålinger, da der typisk ikke er væsentlige interne bidrag.



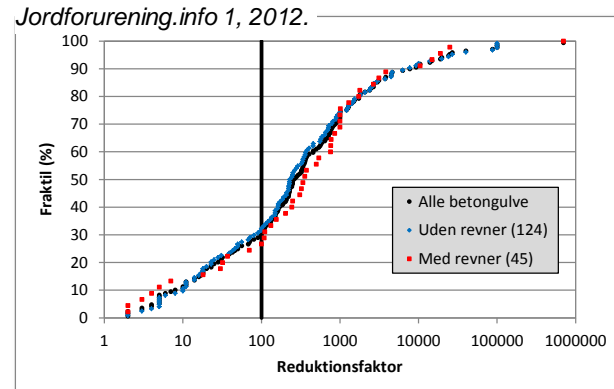
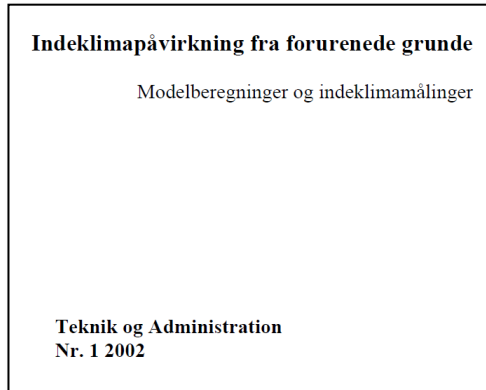
Her →

For (olie)kulbrinter derimod, er der ofte så store interne bidrag, specielt for TVOC og benzen, at poreluftbidraget drukner i baggrundsstøj.

- 50% uforurenedede lok. har konc. > 3-6 gange kriteriet (Tek.Adm. 2, 2010).



- DMR har for VJ udarbejdet en erfaringsopsamling på reduktionsfaktorer over betongulve i danske boliger.
- Erfaringsopsamlingen er et supplement til en tilsvarende publikation (Tek.Adm 1, 2002).



- Datagrundlaget i heri viser, at ca. 30% af danske boliger har en reduktionsfaktor < 100.
- Men databehandlingen syntes "biased" mod lave reduktionsfaktorer.

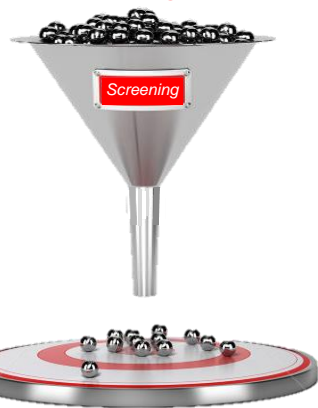
- Den nye erfaringsopsamling er derfor baseret på nyere regions-sager og lokaliteter med støbt betongulv, hvor der er en god kortlægning af poreluftforureningen.
- Formålet er at undersøge følgende for reduktionsfaktorer over støbte betongulve:
 1. Hvor sikker er anvendelsen af en reduktionsfaktor på 100?
 2. Hvilken reduktionsfaktor kan anvendes med en "høj grad af sikkerhed"?
 3. Hvilke reduktionsfaktorer kan forventes under forskellige forhold?
- Sekundært at granske de sager hvor reduktionsfaktoren < 100 , så betydende faktorer kan inddrages i fremtidige undersøgelser.



Here we go!

- Sagsmateriale fra 66 sager fremsendt af de danske regioner.
 - OBS: Ingen sager har haft til formål at estimere en reduktionsfaktor.
- Sagerne er screenet efter en række objektive kriterier:

66 sager



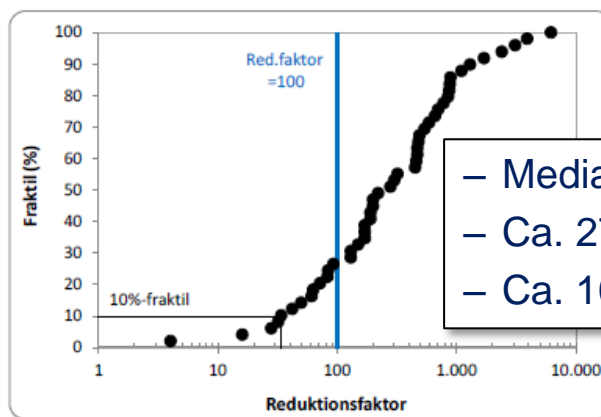
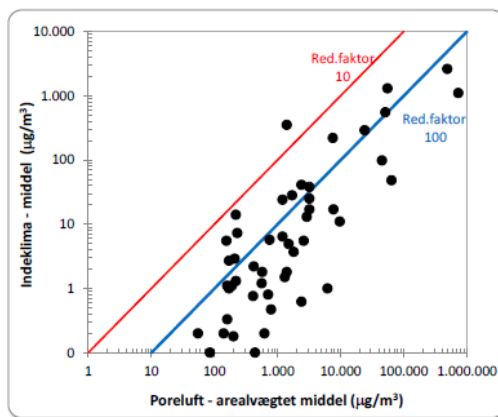
26 sager =>

49 reduktionsfaktorer

- Poreluftforurening med TCE og/eller PCE.
- Betongulv - uden tilstødende utætte gulvkonstruktioner.
- Samtidige poreluft- og indeklimatemålinger (akkrediterede analyser).
- Poreluft målt under gulv (ikke udenfor bygningens footprint).
- Areal > 20 m² dækket af mindst 2 poreluftmålinger.
- Indeklimamålinger i førstkommende etage (kælder/stueplan).
- Ingen afværgeaktivitet i måleperioden.
- De fleste sager med flere reduktionsfaktorer, f.eks.:
 - Flere områder, bygninger eller adskilte rum.
 - Både data for TCE og PCE.
- Det endelige datagrundlag dækker hele landet og mange forskellige rådgivere.

- Oplysninger opsamlet for hver reduktionsfaktor:
 - Vejnavn og –nummer samt regionalt tilhørsforhold.
 - Areal, der er dækket af reduktionsfaktoren.
 - Betontykkelse.
 - Oplysninger om synlige revner, sprækker eller huller.
 - Loftshøjde og oplysninger om ventilation.
 - Stof (TCE eller PCE).
 - Antal poreluft- og indeklimatemålinger.
 - Arealmæssig dækning af poreluftmålinger (antal pr. 100 m²).
 - Arealvægtet middelværdi af poreluftkoncentrationen.
 - Middelværdi af indeklimatekoncentrationen.
 - Beregnet reduktionsfaktor.
- Tilgængelige og anvendte oplysninger er sammenstillet i bilag.
- Anvendte resultater og situationsplan med placering af målepunkter er vist for samtlige lokaliteter (i bilag).

- Hvilke forventninger kan vi have til reduktionsfaktoren på den næste sag vi skal undersøge? Den eneste viden vi har er, at der er betongulv (af ukendt beskaffenhed).



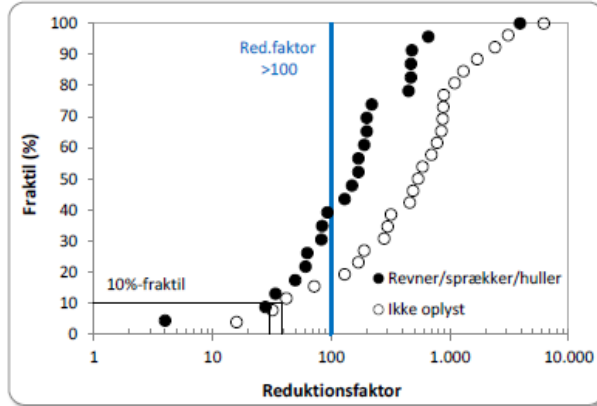
- Medianen (50 % fraktilet) er 280.
- Ca. 27 % (13 stk.) af reduktionsfaktorerne < 100.
- Ca. 10 % (5 stk.) af reduktionsfaktorerne < 34.

Baseret på erfaringsopsamlingen kan vi, for vores næste lokalitet, forvente:

- at anvendelse af en reduktionsfaktor på 100 er forbundet med ca. 27 % ”risiko” for at der er en lavere faktisk reduktionsfaktor (73 % er højere).
- at anvendelse af en reduktionsfaktor på 34 er forbundet med ca. 10 % ”risiko” for at der er en lavere faktisk reduktionsfaktor (90 % er højere).

Høj grad af sikkerhed:

- I ca. halvdelen af tilfældene (23 stk.) er der anført tilstedeværelse af revner, sprækker eller huller.
- I de resterende er der ikke konstateret synlige revner mv. eller der er ingen oplysninger (26 stk.).
- Synlige revner, sprækker eller huller er (... alt andet lige) forbundet med en lavere reduktion.



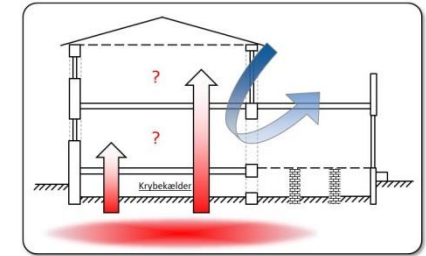
Baseret på erfaringsopsamlingen kan vi - når det er undersøgt om der er revner, sprækker eller huller - forvente at:

- Synlige revner mv. og anvendelse af en reduktionsfaktor på 100 er forbundet med ca. 39 % "risiko" for at der er en lavere reduktionsfaktor.
- Ingen synlige revner mv. og anvendelse af en reduktionsfaktor på 100 er forbundet med ca. 15 % "risiko".

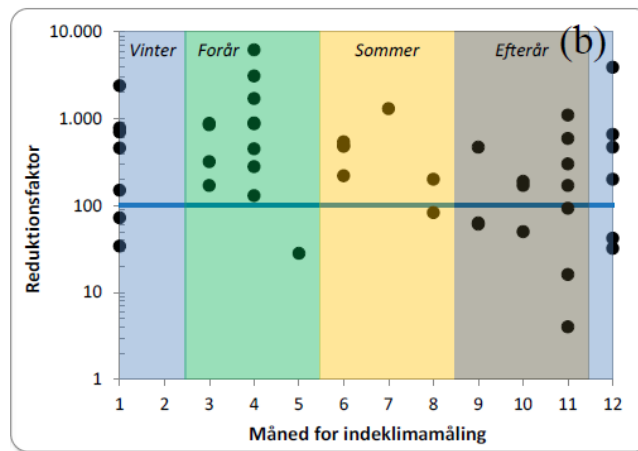
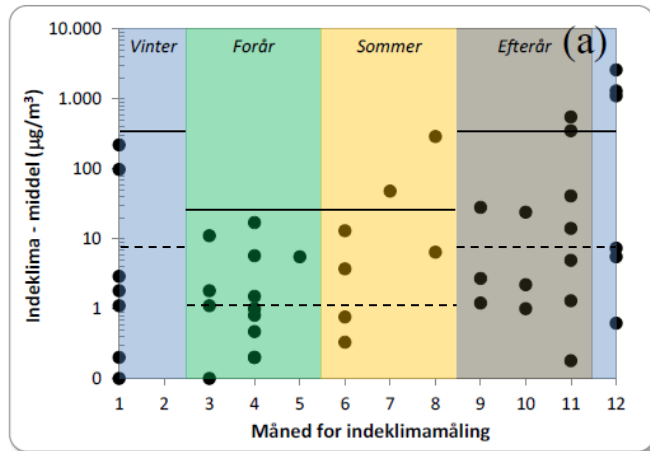
Høj grad af
11 sikkerhed:

- anvendelse af en reduktionsfaktor på 30-38 er forbundet med ca. 10 % "risiko" for at der er en lavere faktisk reduktionsfaktor (90 % er højere).

- Betontykkelsen og luftskiftets betydning overskygger *ikke* øvrige lokalitetsspecifikke faktorer.
- Det betyder, at hvis vores næste lokalitet har tykt betongulv eller højt luftskifte, så kan vi *ikke* forvente en høj reduktionsfaktor.
- Aktiv ventilation kan medføre en lavere reduktionsfaktor end passiv ventilation (men en større andel af de aktivt ventilerede rum havde revner mv.).
 - Kan muligvis skyldes ikke-trykudlignet ventilation (sug uden luftindtag) i kombination med flere revner mv.



- Der forventes mindre udluftning og større skorstenseffekt om vinteren.
- Det er undersøgt om erfaringsgrundlaget understøtter en forventning om større bidrag (a) og mindre reduktionsfaktorer (b) om vinteren.
 - Ikke sæsonvariationer på enkeltlokaliteter, men på tværs af lokaliteterne.



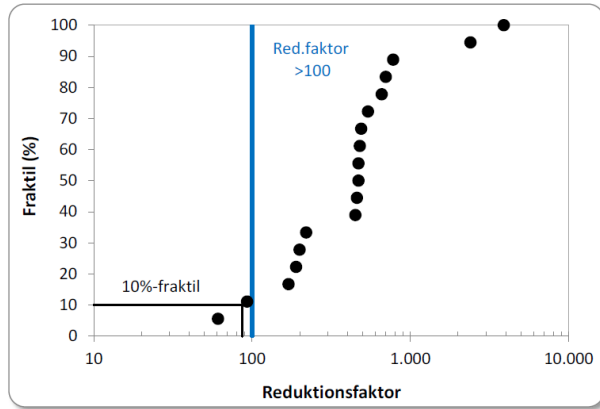
10 ud af 12 reduktionsfaktorer mindre end 100 er baseret på målinger i efterår/vinter.

Andel mindre end 100:
Forår/sommer: 10 %
Efterår/vinter: 38 %

- Samme andel af sager med revner, sprækker mv. i de to grupper.
- Indeklimamålinger udført om efteråret/vinteren repræsenterer worst-case mht. udluftning og termisk opdrift.

Vurdering:

- Hvad nu hvis vi kun ser på de grundigt belyste sager?
 - Mindst 5 poreluftmålinger (hot-spot + afgrænsning i fire retninger).
 - Mindst 2 indeklimamålinger (mulighed for at vurdere forskelle/fejl).
 - Mindst 5 poreluftmålinger pr. 100 m² (høj datatæthed).
- 18 reduktionsfaktorestimater opfylder disse betingelser.



Baseret på erfaringsopsamlingen kan vi – for grundigt belyste sager – forvente at:

- anvendelse af en reduktionsfaktor på 100 er forbundet med ca. 11 % ”risiko” for at der er en lavere reduktionsfaktor.

49 reduktionsfaktorer



18 reduktionsfaktorer

- anvendelse af en reduktionsfaktor på 87 er forbundet med ca. 10 % ”risiko” for at der er en lavere faktisk reduktionsfaktor (90 % er højere).

OBS:

Der er en overrepræsentation af oplyste revner og efterår/vintermålinger i det skærpede datagrundlag (ekstra sikkerhed).

Høj grad af sikkerhed:

- Sagsmaterialet for de 13 tilfælde hvor reduktionsfaktoren var under 100 gennemgået igen. Formålet er at sætte fokus på forhold som evt. kan inddrages tidligt i undersøgelsesforløbet.
- Ud fra materialet og generelle brancheerfaringer pointeres følgende forhold som kan medføre lave reduktionsfaktorer/høje bidrag:
 - Indtrængning via revner, sprækker og huller i betongulvet.
 - Indtrængning ved rørgennemføringer i gulv eller kældervægge.
 - Indtrængning ved konstruktionsskel.
 - Indtrængning via kloakker/faldstammer.
 - Indtrængning via hulmure, vindueslysninger mv.
 - Indtrængning igennem gulv af tvivlsom kvalitet i tilstødende rum.
 - Bidrag fra forurenede bygningsdele, herunder gulv.

Vi skal fortsat holde fokus på gode byggetekniske gennemgange.

OBS:

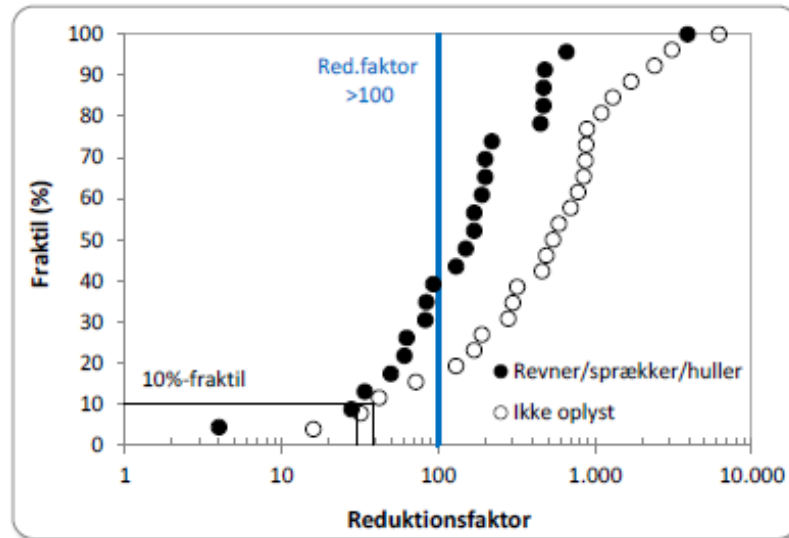
Det pointeres, at forholdene ikke nødvendigvis medfører lave reduktionsfaktorer/høje indeklimabidrag, men kan være medvirkende hertil.

- Risikovurderinger for indeklima, hvor bidraget estimeres på baggrund af en poreluftundersøgelse og en reduktionsfaktor:
 - Indeklimavurderinger for flygtige olieculbrinter.
 - Indledende vurderinger for chlorerede opløsningsmidler (V2).
- Basisforudsætninger for anvendelse:
 - Kildeområde er lokaliseret og undersøgt; poreluftforureningen afgrænset.
 - Rum med > 20 m² areal dækket af mindst 2 poreluftprøver.
 - Prøvetagning direkte u/ gulv eller med kort sonde (kilde under prøvepunkt).
 - Støbt betongulv > 5 cm tykt.
 - Ingen tilstødende utætte gulvkonstruktioner med forurening under.
 - Indeklimabidrag estimeres ud fra en arealvægtet middelværdi af poreluftkoncentrationen eller højeste poreluftkoncentration.
- Grundigt belyste sager (større reduktionsfaktor/sikkerhed):
 - Mindst 5 poreluftmålinger pr. forurening.
 - Mindst 5 poreluftmålinger pr. 100 m².



Apply Now!

- I henhold til Teknik og Administration nr. 2, 2013 kan der anvendes en konservativ reduktionsfaktor på 30 for poreluftens bidrag til indeklimakoncentrationen i førstkommende etage, når poreluftkoncentrationen er målt umiddelbart under et betongulv (uanset beskaffenhed) – samt hvis der tillægges en høj grad af sikkerhed i den anvendte reduktionsfaktor.



- Tak til følgegruppen for sliddet med at fremskaffe sagsmateriale og for kommentarer til rapportudkast:
 - Annette Dohm, Region Nordjylland
 - Mariam Wahid, Region Hovedstaden
 - Børge Hvidberg, Region Midtjylland
 - Martin Stærmose, Region Sjælland
 - Jan Petersen og Jørn K. Pedersen, Region Syddanmark.



Opklarende spørgsmål?