

ATV Møde, 20. April. 2021: Indeluft på forurenede grunde med fokus på §8

§8-ansøgninger på mindre sager med indeluftsikring jf. "Indeluftsikring i nybyggeri (opdateret ver. 2.3)"

Bjarke Hoffmark
Tage Vikjær Bote

COWI

Per Loll



Maria Hag
Annette Gundog Ferslev



Baggrund

- > Udspringer af vejledning fra 2010 – ventileret drænlag som afværgeløsning
- > Udgivet i 2016 – nu version 2.3 (marts 2021)
- > Arbejdsgruppe
 - > Annette Gundog Ferslev, Region Hovedstaden
 - > Heidi Uttenthal Bay, Region Hovedstaden
 - > Maria Hag, Region Hovedstaden
 - > Tage V. Bote, COWI
 - > Bjarke N. Hoffmark, COWI
- > Følgegruppe
 - > Mariam Wahid, Region Hovedstaden
 - > Arne Rokkjær, Region Hovedstaden
 - > Birgit Konring, Københavns Kommune
 - > Ida Nielsen, Københavns Kommune
 - > Pia Thomsen, Københavns Kommune
 - > Mads Georg Møller, Orbicon
 - > Henrik Husum Nielsen, Niras
 - > Per Loll, DMR
 - > Hans Bengtsson, Rambøll

§8-ansøgninger på mindre sager med indeluftsikring

Siden sidst: Ændringslog – bilag J

- Nyt i version 2.3 (grønne markeringer):
- Indskudsdræn i dobbeltkonstruktioner
- Diffusion gennem afkast
- Vandtæt beton, vandpåvirkning
- JAGG's krybekælder modul
- Beregningsgrundlag (detaljerede eksempler i bilag G, H og I)

Kapitel	Version	Tilføjet / slettet	Emne		
1.1	2.2	Omformuleret	• Kapitel 2 har ændret navn men ikke indhold		
2	2.2	Tilføjet	• Henvisning til Region Hovedstadens udviklingsprojekt om interne spredningsveje i bygninger		
3	2.2	Tilføjet	• Vær opmærksom på spredning via omfangsdræn	• Tekst om ventilering af faldstammer	
3.1.1	2.2	Tilføjet	• Forhold omkring støbeskel og tætning af revner er uddybet	• Tætning omkring rørgennemføringer er uddybet	• Forskel på porebeton og letbeton er uddybet
3.1.2	2.2	Tilføjet	• Afsnittet om elevatorskakte er uddybet		
3.1.5	2.2	Tilføjet	• Tekst om ventilering af indskudsdræn i dobbeltkonstruktioner		
3.4	2.3	Præcisering	• Teksten er ændret idet der kun omtales 10-20 mm nødder. Ifølge Leca er disse de eneste der anvendes til forbindelse med byggeri		
4.1.2	2.2	Tilføjet	• Hvor store arealer der kan ventileres ved passive afkast/udbygninger	• Præcisering af anvendelse af diffusionstætte samlinger	
4.2.1	2.2	Tilføjet	• Hvor store arealer der kan ventileres ved passive afkast/udbygninger	• Uddybning af kapitel vedr. diffusion gennem afkast	
4.2.2	2.2	Tilføjet	• Uddybning af kapitel vedr. diffusion gennem afkast		
4.2.3	2.3	Tilføjet	• Nyt kapitel om vandtæt beton	• Rettelser i forhold til selvhealing	
4.3.4	2.2	Rettelse	• Præcisering af anvendelsen af størrelsesordenen "Grøn" beton		
5.1	2.2	Tilføjet	• Ændring af kapitel og tilhørende beregninger vedr. dobbeltkonstruktioner med og uden ventilering under mættede og umættede forhold		
5.1.1	2.3	Ændring/udbygning	• Ændring af kapitel og tilhørende beregninger vedr. dobbeltkonstruktioner med og uden ventilering under mættede og umættede forhold		
5.1.2	2.3	Tilføjet	• Præcisering af at ventilationsberegninger bør foretages af specialist		
	2.2	Præcisering	• Nyt kapitel om beregning af luftflow i luftafkast		

Kapitel	Version	Tilføjet / slettet	Emne	
5.7	2.2	Præcisering	• Præcisering af illustration af berrænddækkets	
5.7.1	2.2	Tilføjet	• Nyt kapitel om grundvand	• Anbefalinger for er ændret og tilføjet
	2.3	Omformuleret		
6.1.5	2.2.1	Ændring	• Tilrettet opsummering	
6.2	2.2	Ændring	• Forhold om monit	
6.2.1	2.2	Tilføjet	• Forhold omkring m deluft	
6.2.2	2.2	Tilføjet	• Forhold omkring akt	• Forhold omkring sto
6.3.1	2.2	Tilføjet	• Beskrivelse af test fo	
7.1.1	2.2	Tilføjet	• Hvor store arealer der er uddybet/præciseret	• Forhold over for det løser problemet
7.2.1	2.2	Tilføjet	• Forhold omkring at anv alværgesammenhæng	
7.4.1	2.2	Tilføjet	• Henvisning til miljøprojektklusioner fra dette projek	
7.4.4	2.2	Tilføjet	• Uddybning omkring tætni	
Bilag G	2.3	Tilføjet	• Beregningsgrundlag for dobbeltkonstruktioner vedlagt som nyt bilag G	
Bilag H	2.3	Tilføjet	• Beregningsgrundlag for anv JAGG på afværgeløsninger (konstruktioner) vedlagt som nyt bilag I	
Bilag I	2.3	Tilføjet	• Beregningsgrundlag for dobbeltkonstruktioner vedlagt som nyt bilag I	
Bilag J	2.3	Udbygget/omdøbt	• Uddybning af ændringslog samt	

§8-ansøgninger på mindre sager med indeluftsikring

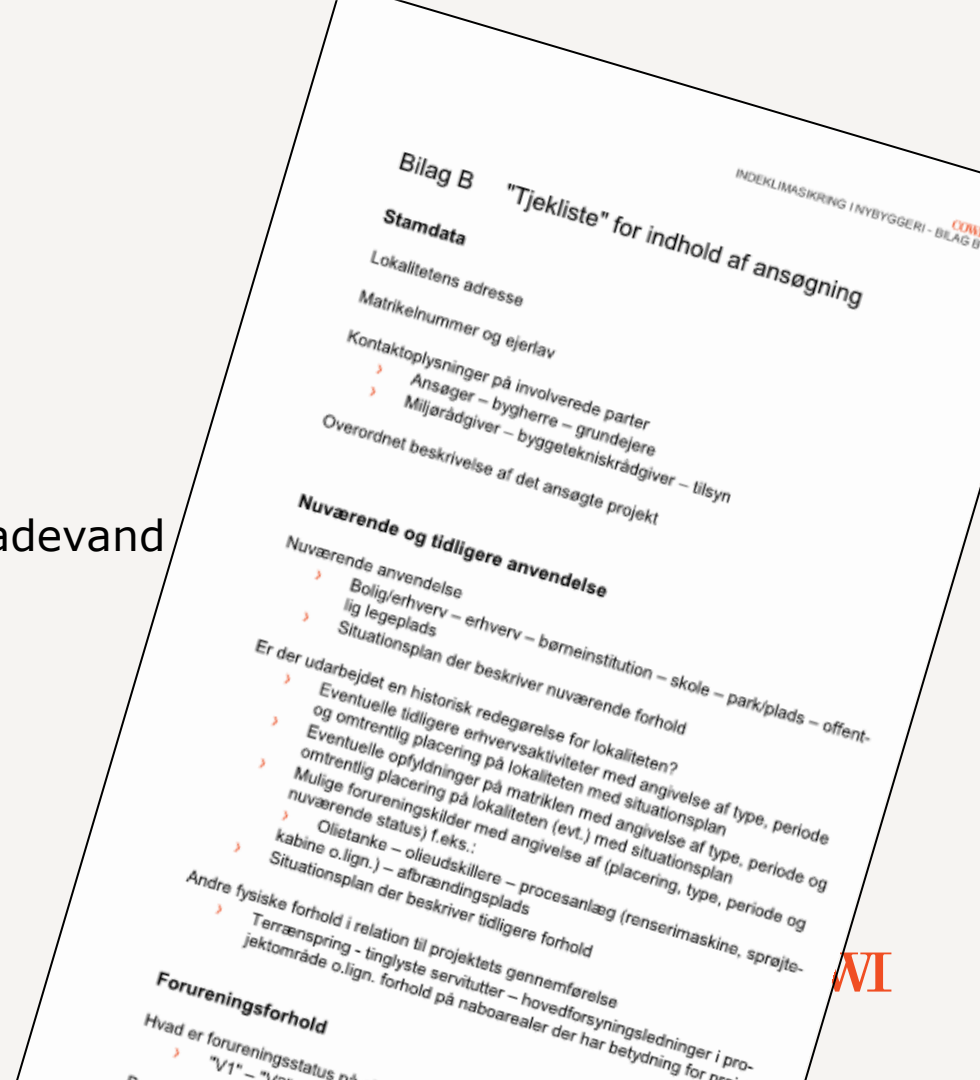
Hvad er en mindre sag?

- > Rigtig godt spørgsmål – men nok ikke noget entydigt svar
- > Størrelse vs. kompleksitet?
- > "Store sager" kan også være simple – f.eks. modulbyggeri – "genbrug" af strategi og afværgetiltagenes udformning

§8-ansøgninger på mindre sager med indeluftsikring

"Tjekliste" – bilag B

- Stamdata
- Nuværende og tidligere anvendelse
- Forureningsforhold
- Terræn, geologi, grundvand og overfladevand
- Projektbeskrivelse
- Tidsplan
- Plan for drift og vedligehold
- Dokumentation for udførelse
- Monitoringsomfang



Hovedemner

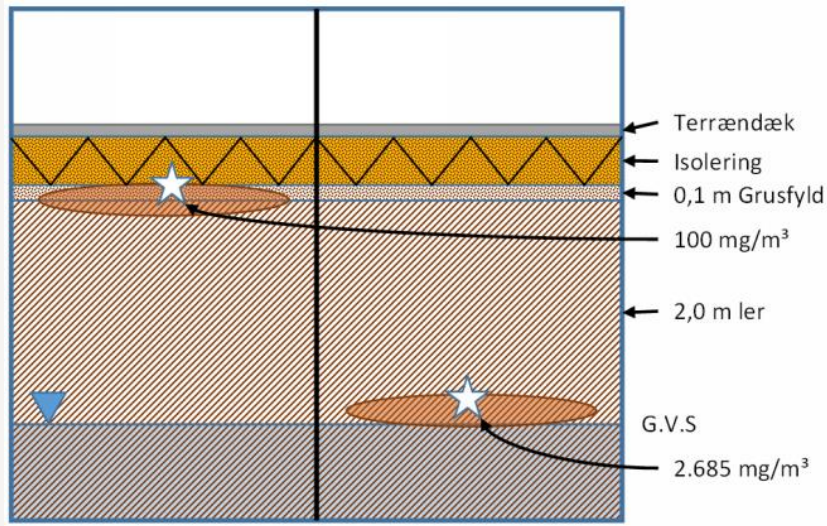
- > Hvad er forureningssituation? Hvor er forureningen og hvordan er den dokumenteret?
- > Realistiske forudsætninger for afværgetiltaget – særligt ved passiv-tilgang
- > Gør det simpelt!
- > Monitering, aktionsplan og stopkriterier

Konceptuel forståelse – spørgsmål til mig selv

1. Tilstrækkeligt undersøgelsesgrundlag – hvor skal pengene bruges? Datagrundlag eller omfanget af "nødvendig" afværge?
2. Hvordan ændrer byggeriet på forureningsforholdene?
3. Er den beregningsmæssige risiko vurderet på max. koncentrationer og er det indhold i jord, vand eller poreluft der bliver afgørende?
4. Differentieret risikovurdering – kræver alle områderne samme afværgetiltag?

Konceptuel forståelse

> Hvor er forureningen placeret? – terrænnær poreluft eller grundvand?



Situation	Tykkelse af terrændæk	Indeluftbidrag
Terrænnær forurening (0,1 m grus). 100 mg TCE/m ³	80 mm	613 µg/m ³
	150 mm	227 µg/m ³
	300 mm	68 µg/m ³
Grundvandsforurening (0,1 m grus + 2,0m ler). 2685 mg TCE/m ³	80 mm	389 µg/m ³
	150 mm	374 µg/m ³
	300 mm	327 µg/m ³

§8-ansøgninger på mindre sager med indeluftsikring

Konceptuel forståelse

- > Dilemmaet med jordprøver
- > For høje detektionsgrænser på "rene" jordprøver, særligt ift. klorerede opløsningsmidler
- > Detektionsgrænsen kan udgøre en beregningsmæssig risiko for indeluften

§8-ansøgninger på mindre sager med indeluftsikring

Realistiske forudsætninger – særligt ift. passive balancerede drænsystemer

- > Hvilket luftskifte har vi brug for i den ventilerede gulvkonstruktion – hvor meget skal vi fortynde?
- > Mængden af luft der skal til et givent luftskifte, er proportional med det areal der skal dækkes. Et større areal giver dermed større nødvendig luftmængde.
- > Hænger det sammen med ledningsdimensioner og afledt tryktab i systemet?
- > God tommelfinger: Erfaringsmæssigt 10-20 m³/h i et ø110 mm afkast, 2-5 Pa modtryk



§8-ansøgninger på mindre sager med indeluftsikring

Realistiske forudsætninger – særligt ift. passive balancerede drænsystemer

- > Når der flyttes mere luft gennem røret, så stiger hastigheden for luften i røret
- > Når lufthastigheden øges, så øges modtrykket tilsvarende
- > Når modtrykket bliver større end det drivende tryk, så vil der ikke blive ledt luft gennem røret
- > = afværge tiltaget virker ikke efter hensigten.



§8-ansøgninger på mindre sager med indeluftsikring

Realistiske forudsætninger – særligt ift. passive balancerede drænsystemer

- > Hvad gør man så?
- > Øge rørdimensioner (lavere hastighed => lavere modtryk)
- > Øge driftstrykket, f.eks. ved aktiv ventilering (den kommer vi tilbage på)
- > Tilpasse det samlede system med flere mindre ventilationsenheder.

§8-ansøgninger på mindre sager med indeluftsikring

Betydningen af rørdimensioner og arealer til ventilering

- > Eksempel uden at modstanden i systemet bliver for stor
- > Rimeligt forhold mellem længder af dræne og bredden mellem dem.
- > L = længde af drænrør, max. 12 m
- > x = afstanden mellem dræne, max. 3 m

Tabel 7. Eksempel på angivelser af hvor store arealer der maksimalt kan etableres mellem to drænstrengte ved passiv ventilation, afhængigt af diametrene af rørføring (alle rør udføres i samme diameter) og et ønsket luftskifte, uden at modstanden i systemet bliver for stor. Det maksimale areal er grafisk illustreret i Figur 39.

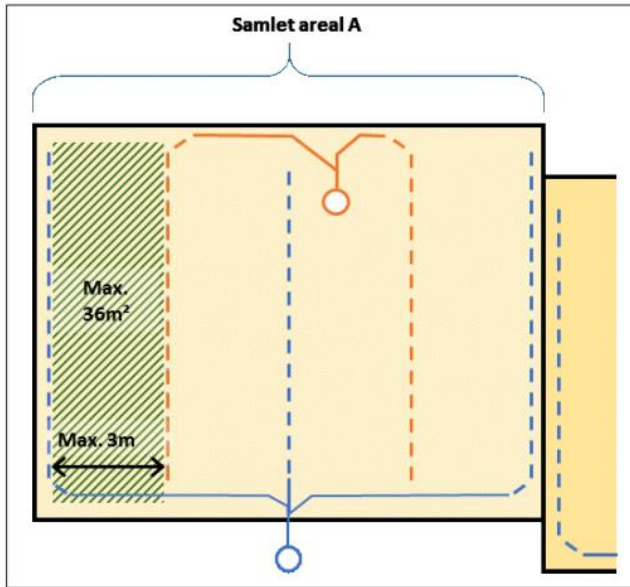
Rørdiameter ø (mm)	Luftskifte 0,6 h ⁻¹	Luftskifte 1,5 h ⁻¹	Luftskifte 3 h ⁻¹	
			l:x=5:1	l:x 1:3
50 mm	22 m ²	10 m ²	5 m ²	
70 mm	50 m ² * (36 m ²)	23 m ²	15 m ² x=1,7 m	5 m ² x=3,9 m
90 mm	50 m ² * (36 m ²)	40 m ² * (36 m ²)	26 m ² x=2,3 m	5 m ² x=4 m
110 mm	50 m ² * (36 m ²)	50 m ² * (36 m ²)	35 m ² x=3 m	5,5 m ² x=4 m

* Arealet er større end $A_{\max} = 36 \text{ m}^2$ og skal derfor reduceres til 36 m^2

I beregningerne er der taget udgangspunkt i, at forholdet mellem længden af drænrørene (l) og afstand (x) mellem drænrørene er mellem l:x = 5:1 og l:x = 1:3.

§8-ansøgninger på mindre sager med indeluftsikring

Betydningen af rørdimensioner og arealer til ventilering



Tabel 5. Maksimalt areal af drænlag der kan forsynes med tilstrækkelig luftmængde fra ét luftindtag. I beregningen er det forudsat at der er et luftafkast til et luftindtag, og at luftafkast og luftindtag er udført i samme diameter.

Anlægstype	Luftskifte i drænlag (h ⁻¹)					
	0,5	1	2	3	4	5
	Maksimalt samlet ventileret areal A (m ²) jf. Figur 39					
Passivt anlæg: (for et ø110 luftindtag ved 20 m ³ /h og 2 Pa tryktab)	250	175	100	80	50	-
Aktivt anlæg: (for et ø110 luftindtag ved 100 m ³ /h og 100 Pa tryktab)	-	-	600	400	300	250

Figur 39. Illustration af den maksimale afstand mellem to drænstrøge (det grønne areal) og det maksimale samlede ventilerede areal som drænstrøgene til ét luftindtag og ét afkast kan dække ved en passiv ventilationsløsning (det gule areal er svarende til Tabel 5). Den maksimale størrelse af det grønne areal er uddybet i og fremgår af Tabel 7.

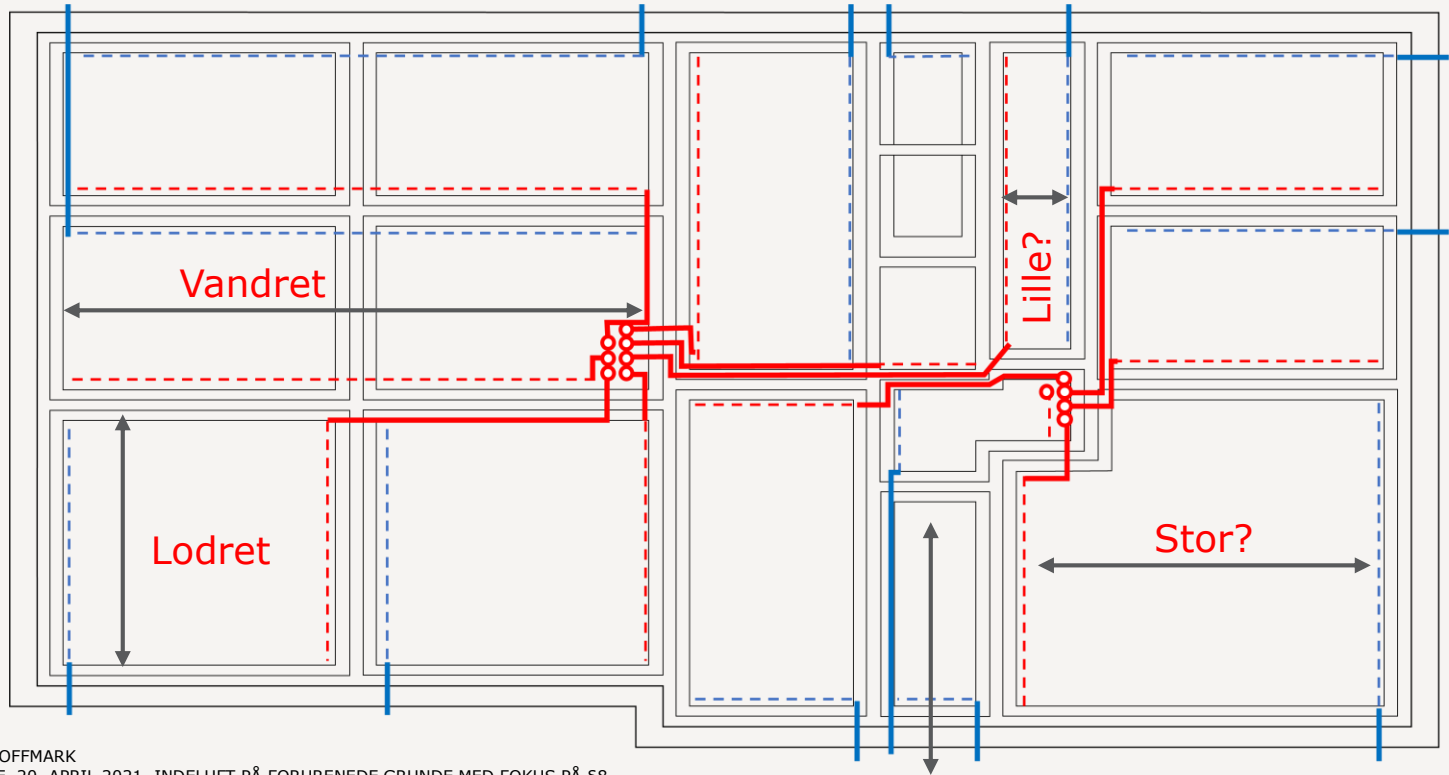
§8-ansøgninger på mindre sager med indeluftsikring

Gør det simpelt – min egen top 9!

1. Jo kortere dræn og faste rør, jo bedre
2. Layout i simple geometriske former
3. Anvend så store dimensioner, som muligt til faste rør og så stort slidse-areal på drænrør som muligt
4. Brug bløde rør-bøjninger (2 x 45 grader vs. 1 x 90 grader)
5. Hold samme afstand mellem drænrør i samme ventilationsenhed
6. Undgå flere luftindtag/afkast på samme ventilationsenhed (systemerne skal være uafhængige af hinanden)
7. Klarlæg højde af drænlag ift. placeringer af fundamentsfod vs. skaft
8. Vær OBS på kortslutninger!
9. Samleledninger lægges med bagfald mod drænslinger (kondensvand/vandlås)

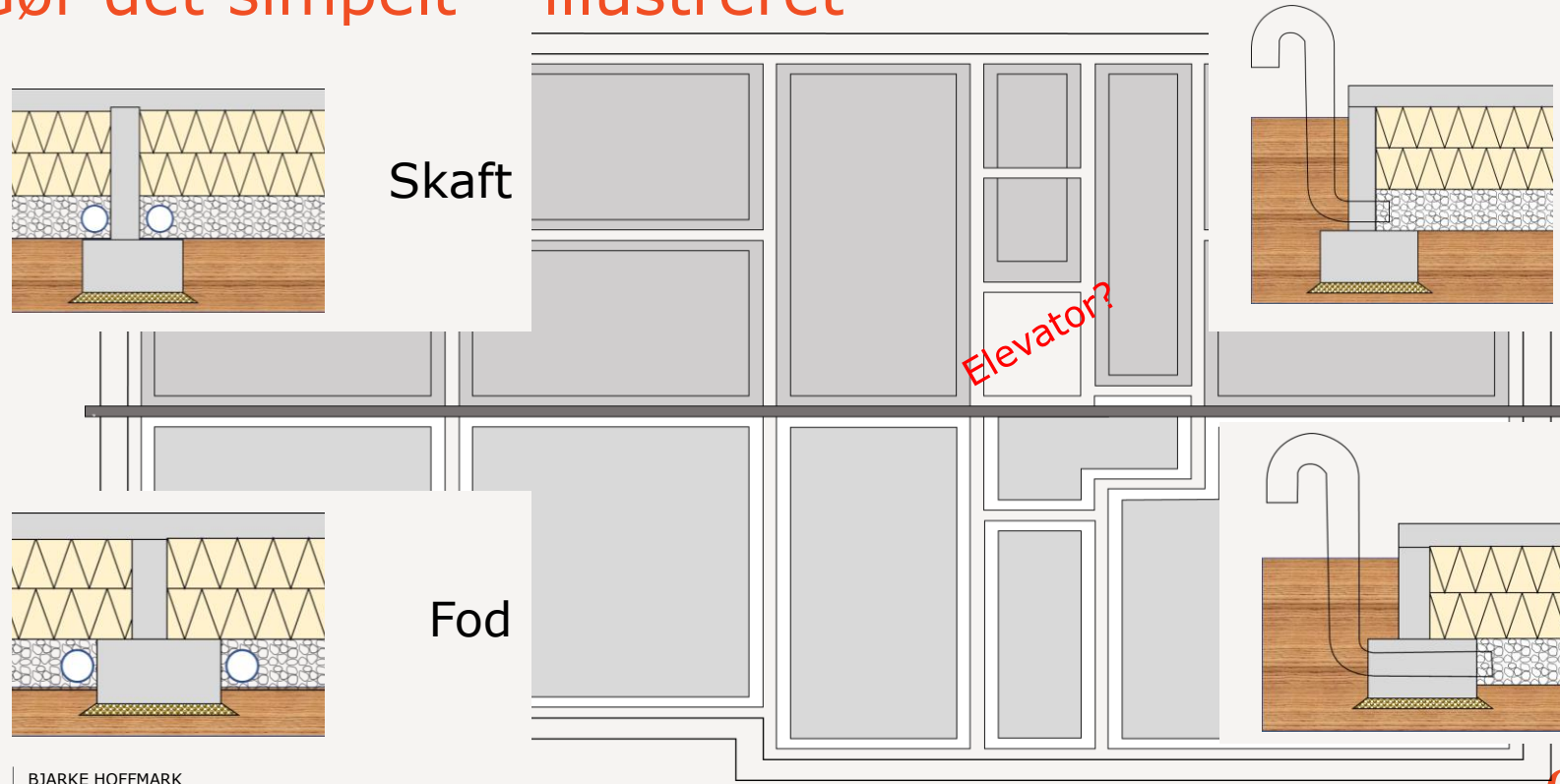


Gør det simpelt – illustreret



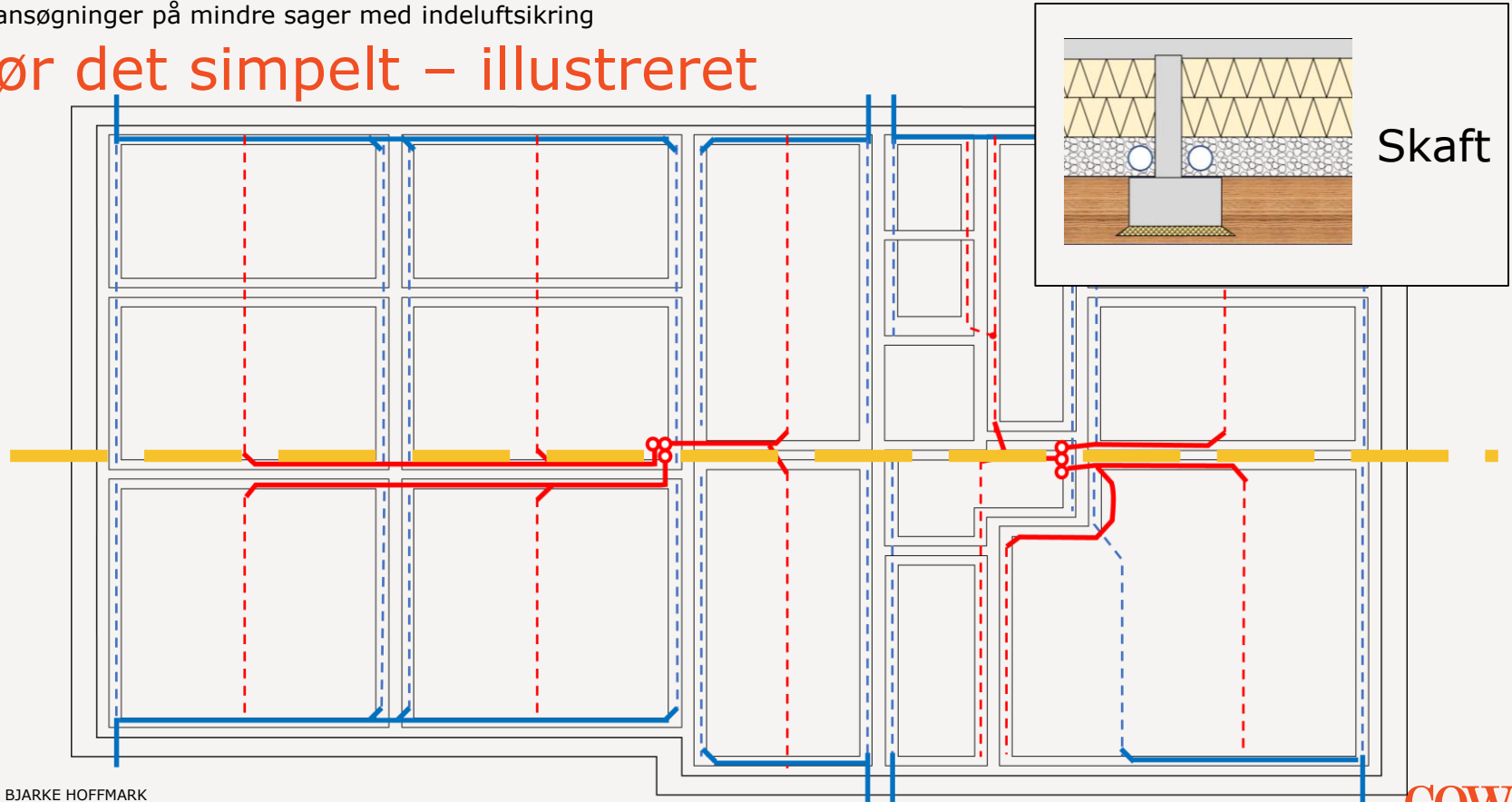
§8-ansøgninger på mindre sager med indeluftsikring

Gør det simpelt – illustreret



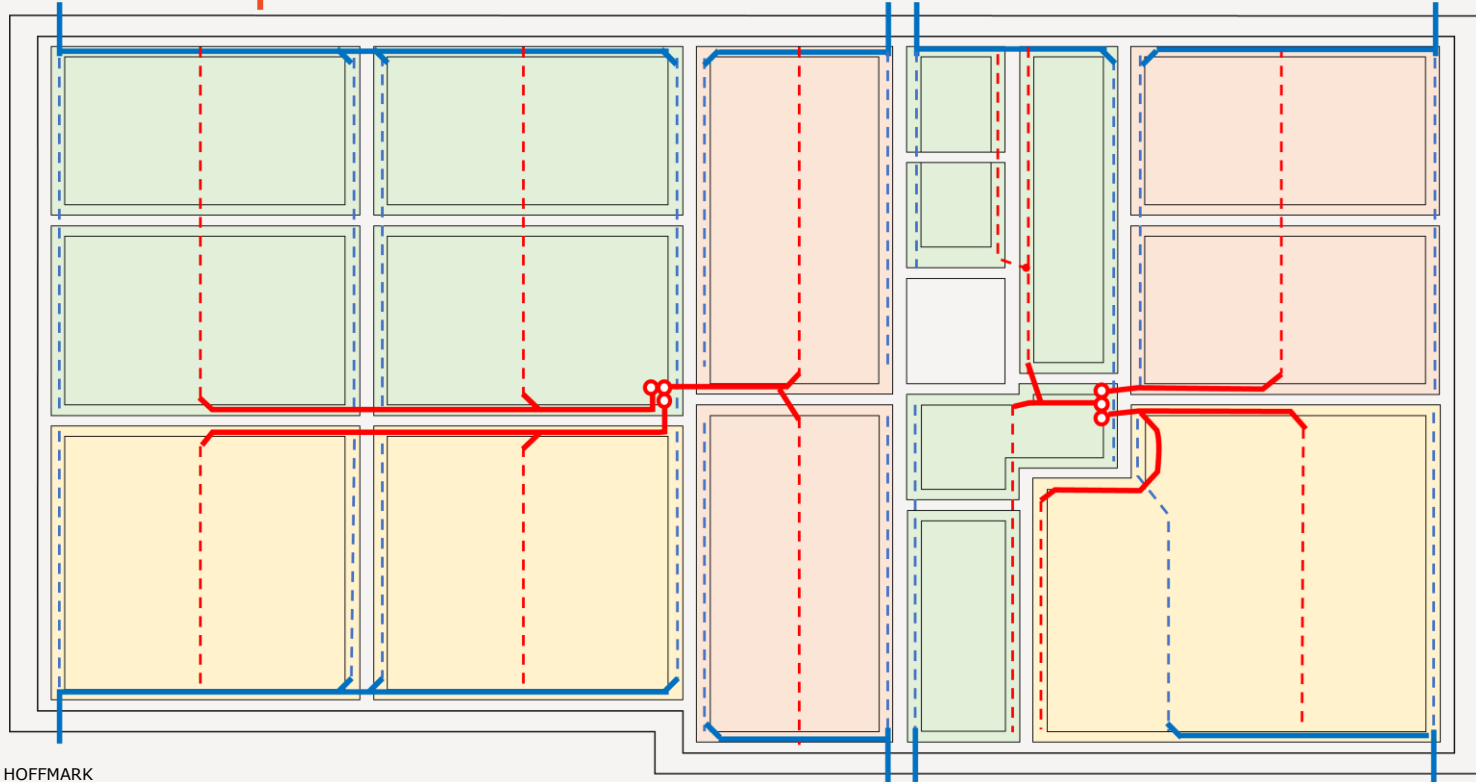
§8-ansøgninger på mindre sager med indeluftsikring

Gør det simpelt – illustreret



§8-ansøgninger på mindre sager med indeluftsikring

Gør det simpelt – illustreret



Plan B med aktiv ventilation?

- > Det balancerede passive system
- > Forberedt til aktiv ventilation, men er det et alternativ?

JA:

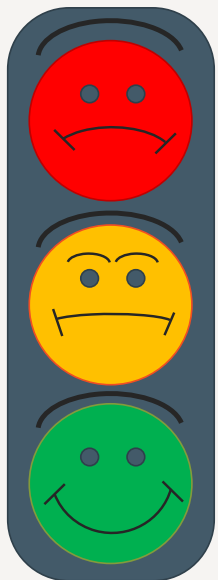
- > Hvis modstanden i systemet er for stor
- > Hvis ventilationen er for lille til at reducere koncentrationerne i drænlaget
 - > i hele drænlaget
 - > i dele af drænlaget

NEJ:

- > Hvis der er døde områder der ikke bliver ventileret
- > Hvis der er sket kortslutning mellem luftindtag og luftafkast
- > Hvis luftafkast er lukket på grund af kondensvand

Alternativ forsøg med undertryksløsning, hvor luftindtaget afblændes

Monitering, aktionsplan og stopkriterier



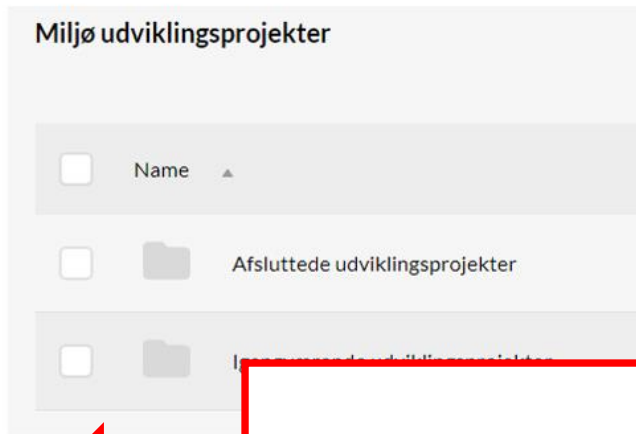
> Aktionskriterier

- > Hvornår er værdierne OK – og monitoringen fortsættes
- > Hvornår indikerer målingerne at udviklingen kan blive kritisk
Hvilke tiltag skal der foretages f.eks.
 - > supplerende målinger,
 - > målinger i målepunkter der ikke indgår i monitoringen
- > Hvornår viser målingerne at afværgeforanstaltningen ikke virker efter hensigten

Hvad øges ved at blive delt? Det gør viden!



- RH Miljø Team Udviklings nye vidensdelingsværktøj
- Samlet indgang til to oversigter over
 - **igangværende udviklingsprojekter** med en kort projektbeskrivelse, kontaktpersoner og samarbejdspartnere
 - **afsluttede udviklingsprojekter** med rapporter
- Find det i Kontainer, her:
- <https://kmiregh.kontainer.com/direct/qD3bP1MDP1>



Her finder du
version 2.3

Tak for opmærksomheden