

Anvendelse af JAGG2025 ved private undersøgelser (indeluft/udeluft)

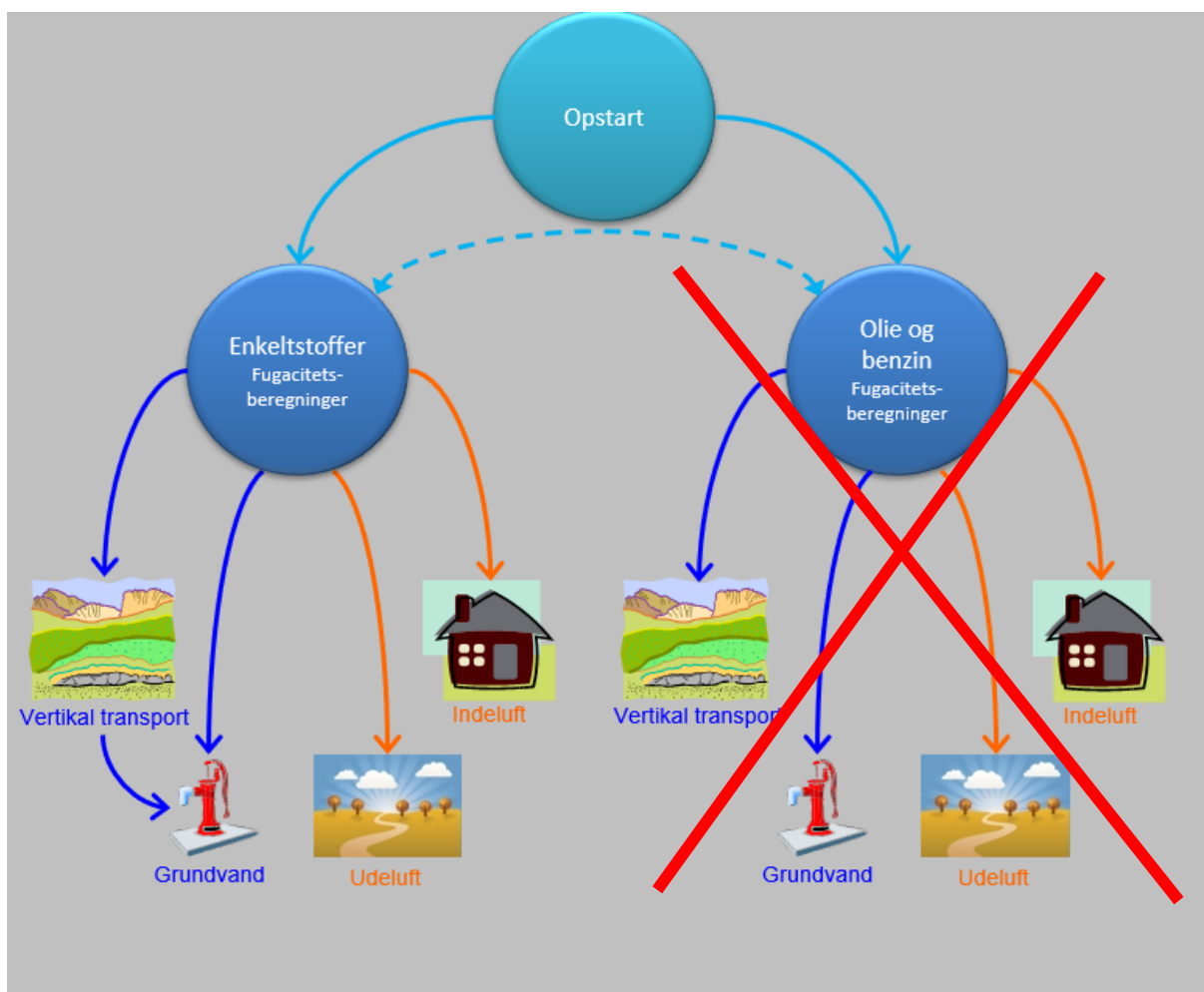
Ved Region Hovedstadens egne undersøgelser anvendes Miljøstyrelsens JAGG-værktøj som udgangspunkt som en del af risikovurderingen overfor indeluft og udeluft ved meget følsom arealanvendelse (bolig, børneinstitution og offentlig legeplads).

Link til JAGG-værktøjet: <https://mst.dk/erhverv/rent-miljoe-og-sikker-forsyning/jord/forurenede-grunde/vaerktoejer-til-vurdering-af-jord>

Der kan **kun** foretages JAGG-beregninger (indeluft) i bygninger med **ARMERET BETONGULV**.

Der foretages **ikke** JAGG-beregninger i forhold til indeluft, hvis der kan anvendes en reduktionsfaktor (se afsnit nedenfor), som ikke medfører risiko for indeluften.

Der foretages **kun** JAGG-beregninger i forhold til udeluften, hvis den påviste forurening (jord, poreluft og grundvand) erfaringsmæssigt vurderes at kunne udgøre en risiko for udeluften.



Reduktionsfaktor til risikovurdering af poreluftbidraget til indeluft

I visse tilfælde kan en reduktionsfaktor anvendes til risikovurdering af poreluftbidraget til indeluft i stedet for udførelse af JAGG-beregninger, jf.:

- A. "Oprydning på forurenede lokaliteter, nr. 6-7, 1998. Miljøstyrelsen"
- B. "Regionernes Videntcenter for Miljø og Ressourcer (2023): Erfaringsbaserede reduktionsfaktorer for poreluftbidrag til indeluften når der er in-situ støbt betondæk – Erfaringer fra 161 danske lokaliteter. Teknik og Administration, nr. 1, 2023"
- C. Andet

Ad. A (Oprydning på forurenede lokaliteter, nr. 6-7, 1998. Miljøstyrelsen):

Der kan anvendes en reduktionsfaktor for poreluftbidrag til indeluften på **100**, hvis følgende forudsætninger er opfyldt /A/:

- Betongulv skal være synligt
- Minimum 80 mm in situ støbt betongulv (ingen krav til armering) uden synlige revner, hvor der ikke er utætheder ved rørgennemføringer eller lignende
- Bygningen har en passiv ventilation på 0,3 gange pr. time
- Anvend max poreluftkoncentrationer under gulv for mest kritisk stof

Denne faktor har mere restriktive forudsætninger end den erfaringsbaserede reduktionsfaktor og kan også anvendes for forureningskomponenter med afdampningskriterier under 1 µg/m³.

Ad. B (Regionernes Videntcenter for Miljø og Ressourcer (2023): Erfaringsbaserede reduktionsfaktorer for poreluftbidrag til indeluften når der er in-situ støbt betondæk – Erfaringer fra 161 danske lokaliteter. Teknik og Administration, nr. 1, 2023):

Der kan anvendes en **erfaringsbaseret reduktionsfaktor** for poreluftbidrag til indeluften på **100**, hvis følgende forudsætninger er opfyldt. Forudsætningerne er yderligere uddybet i /B/:

Gulv, bygning og ventilation:

- Krav til at der er et sammenhængende in-situ støbt betondæk
- Kan anvendes ved almindeligt forekommende revner og spredningsveje i betongulvet
- Det er ikke en forudsætning, at betongulvet kan inspiceres visuelt
- Der må ikke være tilstødende arealer/lokaler med utætte gulvkonstruktioner (fx trægulve)
- Der forekommer ikke større spredningsveje fra poreluft til indeluft såsom installationsskakte uden tætning i bunden, ophuggede gulvarealer (fx ifm. nye VVS-installationer) eller pumpe-sumpe i kældergulve
- Bygningens ventilationsforhold kan betegnes som almindelige

Undersøgelsesomfang:

- Krav til undersøgelsesomfang er, at alle potentielle kildeområder er lokaliseret og undersøgt, eller at der er foretaget en arealmæssig dækkende undersøgelse
- Kan anvendes på indledende undersøgelser – max poreluftkoncentration kan anvendes (skal være konservativt)

Forureningskomponenter:

- Faktor **100** kan anvendes i forhold til PCE, TCE samt andre klorerede ethener eller ethaner inkl. nedbrydningsprodukter heraf samt for olieprodukter (TVOC, toluen, ethylbenzen og xy-lener). Skal dog have et afdampningskriteriet på mindst $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Den erfaringsbaserede faktor **100** kan ikke anvendes i forhold til stoffer med afdampningskriterier under $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dvs. vinylchlorid, benzen og chlorphenoler
- For stoffer med afdampningskriterie under $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kan en faktor **10** anvendes

Ad. C (Andet):

Der kan anvendes følgende **andre reduktionsfaktorer** for poreluftbidrag til indeluften:

- **10** gange; forudsætning: Etageskillemuren består af betongulv, fx betonelementer (herunder betonhuldæk), og der er kun en udvendig trappe og ingen utætte rørgennemføringer. I visse tilfælde kan faktor 10 anvendes i etagebyggerier med indvendig trappe (beror på en konkret vurdering)
- **2** gange ved etageskillemur bestående af træ og/eller indvendig trappe i bygningen (dobbelt luftvolumen)
- **Ingen** reduktion hvis gulvet mod terræn består af træ eller lign. materiale

Anbefalet arbejdsgang ved udførelse af JAGG-beregninger (armeret betongulv)

Hvis JAGG2025 anvendes som en del af risikovurderingen ved en privat undersøgelse anbefaler Region Hovedstaden, at nedenstående retningslinjer og forslag til parametervalg for beregninger af indeluftbidrag følges og anvendes.

Der skal altid reflekteres over, hvad de påviste koncentrationer repræsenterer, fx kildekonzentration, fane, falsk luft (udeluft trukket ned) mv.

Hvis poreluftmålingerne er udtaget i influenszonen (1-2 meters bredt område langs indersiden og langs ydersiden af bygningen fundamenter), skal man være opmærksom på, at poreluftmålingerne kan være behæftet med større usikkerhed end andre målinger, fordi målingerne kan være påvirket af ændringer i meteorologiske forhold. Påvirkningen af poreluftkoncentrationerne i influenszonen er dog lille, hvis der er tætte lavpermeable lag (fx fast belægning, frost, lerjord, silt) ude omkring bygningen.

Hvis der ikke er målt i poreluft i det forurenede område, anvendes repræsentative vand- og/eller jordprøver til risikovurderingen (vandprøver er ofte mere repræsentative for en gennemsnitlig forureningsbelastning end jordprøver). Den beregnede poreluftkoncentration (fugacitet) anvendes efterfølgende til vurdering/beregning af indeluftrisikoen.

Regionen anbefaler, at oliemodulet i JAGG2025 **ikke anvendes** til fugacitetsberegninger, da en gennemgang af JAGG-værktøjet har konkluderet, at oliemodulet ikke regner korrekt, og da JAGG-beregninger med enkeltstoffer (modelstoffer for olie) er mere retvisende.

Valg af Parametre (indeluft)

EKSISTERENDE bygninger (allerede meget følsom anvendelse eller omdannelse af bygninger til meget følsom anvendelse fx bolig) med **ARMERET BETONDÆK**, dvs. bygninger opført efter 1980 eller konkret viden om armeret betondæk

Inddata til JAGG-beregninger	Beskrivelse
Forureningskilde mv.	
Kildekoncentration	Kildekoncentrationen skal være repræsentativ for det forurenede areal, der anvendes i risikovurderingen. De højst målte koncentrationer anvendes om udgangspunkt Værdien skal primært baseres på poreluftprøver, men hvis datagrundlaget er tyndt, kan fugacitetsberegninger (JAGG-værktøjet) for grundvand- og jordprøver inkluderes (vandprøver fra har forrang for jordprøver) til det bedst mulige estimat af koncentrationsniveauet i poreluften.
Kælderdybde	Risikovurderer i forhold til den dybde som en eventuel kælder ligger i.
"Influenszone og membran og Jordparametre":	
Dampspærre (membran)	Ingen
Kapillarbrydende lag (terrænnært spild) /Jordparametre/beregning ud fra poreluftprøver	Hvis den konstaterede poreluftforurening vurderes at skyldes <i>terrænnært spild</i>, anbefales det at der i beregningen antages, at de højeste påviste koncentrationer findes lige under det eksisterende gulv (dvs. uden jordlag). <u>Eksempel:</u> Hvis poreluftprøven er udtaget i 0,5 meters dybde, flyttes koncentrationen i beregningen op under gulv. JAGG "fungerer" kun, hvis der indsættes et jordlag under terrændækket, derfor indsættes et kapillarbrydende lag af SAND med en tykkelse på <u>0,00001 meter</u>. Hvis poreluftforureningen vurderes at komme fra en <i>dybereliggende jordforurening og/eller grundvandsbåren forurening</i>, anbefales beregningen i den angivne måledybde, fx 1 meter under terræn.
"Terrændæk":	
Betontype	Anvend valgmuligheden "Ukendt betondæk" med mindre betontype og armeringstype mm er kendt (der skal dog være viden om at betondæk er armeret). Der kan beregnes med et armeret betondæk, hvis der findes dokumentation på, at betongulvet er armeret, eller hvis der er tale om et byggeri (parcelhus, boligkarré, erhvervsbyggeri), som er opført senere end 1980.
Betondækkets tykkelse	Anvend den målte gulvtykkelse ifm. poreluftmålingerne (dog min 8 cm/max 12 cm for "Ukendt betondæk"). Hvis der anvendes poreluftmålinger udtaget langs bygningen og der derved ikke er målinger af betongulvtykkelsen, anvendes de aktuelle betongulvtykkelser hentet fra bygningstegninger i kommunens byggesagsarkiv (dog min 8 cm/max 12 cm).
"Bygningsdata":	
Luftskifte	Som udgangspunkt anvendes default-værdi for luftskifte (8,3E-5 s-1).

Trykforskel over betondæk	Som udgangspunkt anvendes default-værdi for trykforskel over betondæk (2 Pa).
Loftshøjde	Angiv målt loftshøjde.
Gulvbredde og gulvlængde	Angiv vurderet relevant gulvbredde og gulvlængde.

NYOPFØRTE bygninger (meget følsom anvendelse fx bolig) med **ARMERET BETONGULV**.

Inddata til JAGG-beregninger	Beskrivelse
Forureningskilde mv.	
Kildekoncentration	Kildekoncentrationen skal være repræsentativ for det forurenede areal, der anvendes i risikovurderingen. De højst målte koncentrationer anvendes om udgangspunkt. Værdien skal primært baseres på poreluftprøver, men hvis datagrundlaget er tyndt, kan fugacitetsberegninger (JAGG-værktøjet) for grundvand- og jordprøver inkluderes (vandprøver fra har forrang for jordprøver) til det bedst mulige estimat af koncentrationsniveauet i poreluften.
Kælderdybde	Anvend dybde fra konkret byggeprojekt. Hvis der regnes på en fiktiv fremtidig meget følsom arealanvendelse fx i forbindelse med kortlægningsvurdering, skal en forurening konstateret mellem 0,5-3 m u.t. beregningsmæssigt placeres lige under betondæk.
"Influenszone og membran og Jordparametre":	
Dampspærre (membran)	Ingen
Jordparametre / gulvkonstruktion	Konkrete parametre fra aktuelt kommende byggeri anvendes. Det anbefales antaget, at der etableres en gulvkonstruktion på ca. 48 cm (fx 80 mm beton, 30 cm isolering og 10 cm afretningslag af sand). <u>Eksempel 1 (terrænnært spild)</u>: Hvis poreluftprøven er udtaget i 0,5 meters dybde, forventes forureningen at ligge lige under gulv. I JAGG-beregningen indsættes afretningslaget (10 cm SAND) som et kapillarbrydende lag. <u>Eksempel 2</u>: Hvis poreluftprøven er udtaget i 0,7 meters dybde, er der således 0,22 meter aktuel aflejring imellem prøvetagningspunktet og underkant af gulvkonstruktionen. I JAGG-beregningen indsættes et jordlag på 0,22 meter (anvend SAND) og afretningslaget (10 cm SAND) som et kapillarbrydende lag. I begge beregninger ses der bort fra isoleringsmaterialet svarende til, at dette ikke medfører en dæmpning af poreluftbidraget.
Jordparametre / beregning ud fra vandprøver	<i>Vandprøver udtaget i et ikke sammenhængende grundvandsmagasin (of-test tilfældet ved de indledende undersøgelser):</i> Under "Jordparametre" i JAGG indsættes afstanden fra undersiden af gulvet til grundvandsspejlet. Eksempel hvis grundvandsspejlet ligger 2 m u.t. indsættes en afstand på 1,5 meter under "Jordparametre" i JAGG. <i>Vandprøver er udtaget i et sammenhængende grundvandsmagasin (spændt og frit magasin):</i> Under "Jordparametre" i JAGG indsættes afstanden fra undersiden af gulvet til undersiden af den lavpermeable formation, der ligger over det sammenhængende grundvandsmagasin. Eksempel hvis en boring er filtersat i et sammenhængende grundvandsmagasin, der overlejres af 7 meter mo-

	ræneler indsættes en afstand på 6,5 meter under "Jordparametre" i JAGG. Bemærk, at hvis der er udtaget poreluftprøver lige over grundvandsforureningen er det poreluftprøverne, som skal anvendes i vurderingen af indeluftrisiko.
"Terrændæk":	
Betontype, betondækkets tykkelse, armering mv.	Vælg konkret betontype (eksponeringsklasse), angiv betontykkelse, armeringsdiameter, armeringsnet samt armeringsdybde, som er projekteret i det konkrete byggeprojekt. Hvis projektet ikke er kendt, skal man være opmærksomhed på, at default-værdier vedr. beton og armering ikke nødvendigvis er konservative i JAGG2025. Derfor skal værdierne vælges med omtanke ved beregning på et fiktivt projekt.
"Bygningsdata":	
Loftshøjde,	Angiv konkret loftshøjde
Luftskifte (BR18, 1.6)	1,3E-4 s-1
Gulvbredde og gulvlængde	Anvend faktiske dimensioner for rumstørrelser. Alternativt anvend et rum over forureningen med dimensionerne (bredde x længde) på 4 x 5 meter
Trykforskel over betondæk og samlet luftstrøm gennem betongulv, revnevidde mv.	Som udgangspunkt anvendes default-værdier samt værdier beregnet af værktøjet for det anvendte betondæk.

Opmærksomhedspunkter:

- ✚ **Fugacitetsmodulerne** i JAGG kan anvendes på nær for PFAS, når der ikke er målt i det relevante medie, fx poreluft ift. indeluftvurdering. Beregninger fra luft/vand til jord vil underestimere jordkoncentrationen. Oliemodulet bør ikke anvendes til fugacitetsberegninger.
- ✚ **For kulbrinter** anbefales **som udgangspunkt** nedenstående **modelstoffer** afhængig af hvilken fraktion af kulbrinter, der er den dominerende. For det valgte modelstof laves beregningen med koncentrationen af total kulbrinter.

Husk, at det kan være relevant at regne på flere modelstoffer for at se, hvad der giver den største overskridelse. Det kan fx være tilfældet, hvis der er lige mange flygtige kulbrinter og tunge kulbrinter.

Fraktion	Modelstof
C6-C10	Hexan (C ₆ H ₁₄) eller n-oktan (C ₈ H ₁₈)
> C10-C15	Dodecan (C ₁₂ H ₂₆)
> C15-C20	Pentadecan (C ₁₅ H ₃₂)
> C20-C35	Pentadecan (C ₁₅ H ₃₂) eller Pentacosan (C ₂₅ H ₅₂)

- ✚ I rapporten "*Hydrocarbon background levels in Denmark, Outdoor and indoor air, June 2018*" er angivet nogle baggrunds niveauer (median niveauer) for bl.a. benzen: 0,28-0,5 µg/m³ (indeluft) og 0,41-0,8 µg/m³ (udeluft), som der kan skeles til (anvendes ikke som endegyldige)
- ✚ JAGG-beregninger er **KUN** en del af en risikovurdering! Det er nødvendigt at have den konceptuelle forståelse for forureningen og forureningsspredningen forud for beregningerne i JAGG. Husk derfor altid at tage stilling til direkte spredningsveje samt om resultatet i beregningerne er repræsentative i forhold til den konceptuelle forståelse.