

# Miljørisikovurdering av deponigass

Miljøringen - 22.november 2024

Birgitte Skei van der Harst og Joanne Inchbald

# Miljørisikovurdering av deponigass

- Hva er deponigass?
- Veileder og grenseverdier
- Metoder og utstyr for gassmåling
- Risikovurdering og usikkerheter
- Prosjektering av tiltak
- Vanlige utfordringer i deponigassprosjekter



Bilde tatt av Sweco

# Hva er deponigass?



- Poreluft i jordsmonnet inneholder ulike gassblandinger fra det som finnes i atmosfæren
- Det er vanlig at det er mye høyere  $\text{CO}_2$ , lavere  $\text{O}_2$  og små mengder andre gasser i jordsmonnet
- Dette er en naturlig konsekvens av mikrobiell respirasjon
- I anaerobe forhold (dvs. uten oksygen, oftest pga. vannmettede porerom) vil bl.a. metan bli dannet, f.eks. i myr

[Her tenner Jens Ivar \(21\) på metangass frå isen – NRK Møre og Romsdal – Lokale nyheter, TV og radio](#)

- Der mennesker har tilført/begravd nedbrytbart organisk materiale kan generering av disse gassene øke betydelig
- De vanligste deponigassene er metan, karbondioksid, og hydrogensulfid
- Karbonmonoksid er også indikator for ulmebrann

# Hva er deponigass?

## Metan, CH<sub>4</sub>

- Brennbar ved over 5% v/v i vanlig luft (dette er nedre eksplosjonsgrense, eller LEL)
- Metan kan forekomme i mye høyere konsentrasjoner i grunnen, men lave oksygenkonsentrasjoner minsker antenningsrisiko
- Metan er lettere enn vanlig luft og vil helst oppover – det samler seg under mindre permeabelt lag

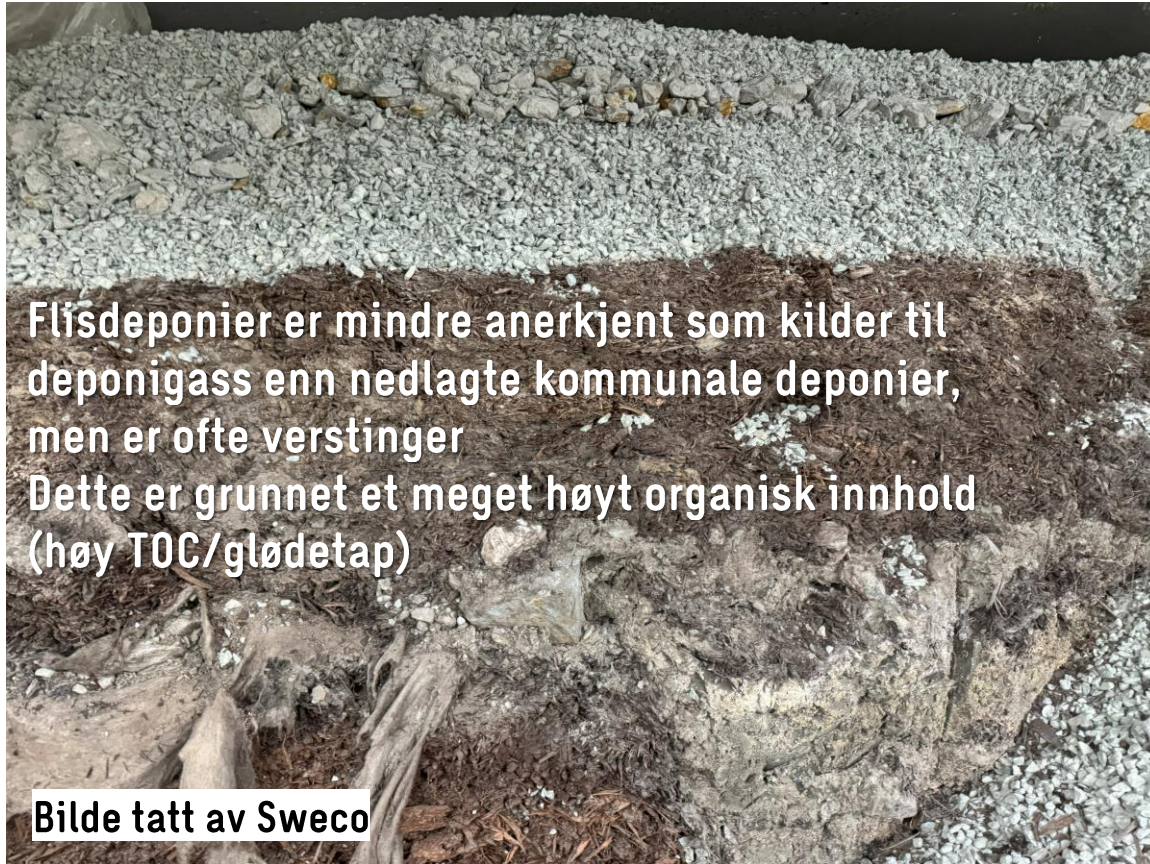
## Karbondioksid, CO<sub>2</sub>

- Ikke brennbar, men giftig i høye konsentrasjoner
- Tyngre enn vanlig luft, og kan samle seg opp i grøfter, på bunnen av kummer og andre liknende steder



Bilde tatt av Sweco

# Hva er deponigass?



## Hydrogensulfid, H<sub>2</sub>S

- Svært giftig. Brennbar ved høye konsentrasjoner
- Lukten minner om råttent egg, men ved høye konsentrasjoner ødelegger det luktesansen
- Tyngre enn vanlig luft, og kan samle seg opp i grøfter, på bunnen av kummer og andre liknende steder

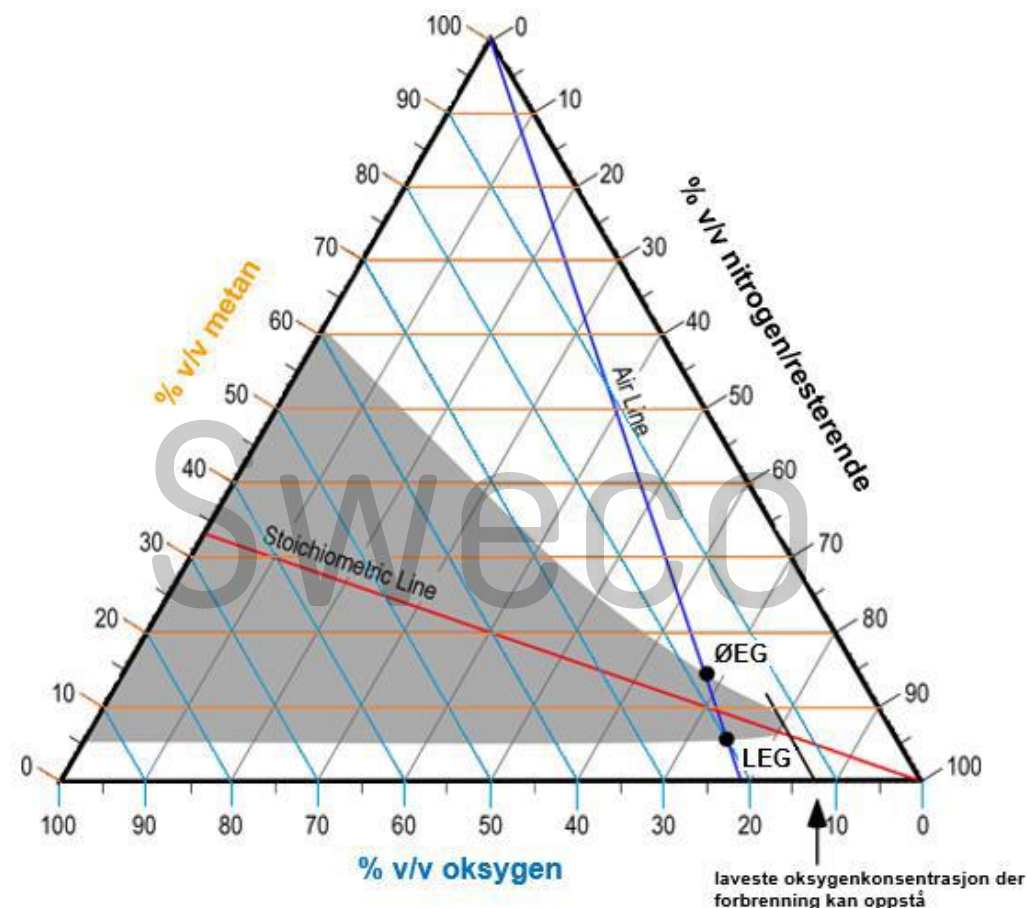
## Karbonmonoksid, CO

- Giftig
- Oppstår vanligvis i lave konsentrasjoner i deponigass
- Høye konsentrasjoner er en indikasjon på mulig ulmebrann

# Hva er deponigass?

## Oksygenmangelen

- Der andre gasser har fortrenget oksygen, oppstår det kvelningsrisiko
  - Samtidig, der det finnes høy metankonsentrasjon, påvirker oksygenkonsentrasjonen brann- og eksplosjonsrisiko
  - Jo mer oksygen, desto høyere eksplosjonsrisiko
  - Inntrenging av oksygen har vært en utløsende faktor i flere deponibranner
  - Oksygenkonsentrasjonens påvirkning på metans eksplosjonsgrense vises i trekantdiagrammet
- ØEG: øvre eksplosjonsgrense (15% i vanlig luft)
- LEG: lavere eksplosjonsgrense (5% i vanlig luft)



Tilpasset fra Cashdollar, K.L., Zlochower, I.A., Green, G.M. Thomas, R.A. og Hertzberg, M.H., 2000. *Flammability of methane, propane and hydrogen gases*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 13, 327-340.

# Hva er deponigass? – Hvor farlig er det egentlig?

## Ulykker med deponigass i Norge

1970: To veiarbeidere omkom på Sluppen i Trondheim, da de ble kvalt av deponigass i en kum.

1987: Deponigass eksploderte i et arkivrom hos Sluppen Autoservice i Trondheim. En mann var nær ved å miste livet.

1992: En ansatt ved Isi avfallsanlegg i Bærum ble brannskadet da bygget han var i eksploderte.

1993: En ni år gammel gutt ble brannskadet på Rommensletta i Oslo da han lekte med fyrstikker ved en kum fylt av deponigass.

2005: Eksplosive nivåer av deponigass ble funnet i et næringsbygg ved Lade-fyllingen i Trondheim, og de ansatte ble evakuert.

2016: En bolig på Skedsmo begynte å brenne da gass fra det gamle deponiet i nærheten tok fyr inne i veggen.



51 Clarke Avenue, Loscoe, Derbyshire, England etter metaneksplosjon kl. 6:30, den 24, mars 1986. Tre personer ble alvorlig skadd.

Kilde: National Housebuilding Council (NHBC), 2007. *Guidance on evaluation of development proposals on sites where methane and carbon dioxide are present*. Rev.4. Datert mars 2007

- Årsaken til eksplosjonen var identifisert som deponigass. Boligen lå ca. 70 m fra deponiet
- Lufttrykket hadde falt med 29 mb innen 7 timer, rett før eksplosjonen
- Gassmåling på tomten etter ulykken påviste gassgjennomstrømning under bakken på 150-200 m<sup>3</sup>/t, med metaninnhold på 30-35%
- Dvs. ca. 45-70 m<sup>3</sup> metan per time

Kilde: Øyvind Gustavsen for NRK <https://www.nrk.no/stor-oslo/floy-gjennom-lufta-da-soppelgassen-eksploderte-1.14072275>

# Veileder - Norge

## M-1780: Miljødirektoratet, 2020

- «Bygging på nedlagte deponier – Veiledning om regelverk og hva som bør vektlegges ved bygging på, og i randsonen til, nedlagte deponier»
- Det må kunne dokumenteres at byggingen er helse- og miljømessig forsvarlig
- Det er ikke gitt nærmere detaljer om *hvordan* dette skal dokumenteres
- I en sak i 2024, [Trondheim kommune - motsegn til detaljregulering for Lutelvvegen - regjeringen.no](https://www.regjeringen.no), ble kommunal- og distriktsdepartementet enig i Statsforvalteren i Trøndelags innsigelse mot planforslag for bygging på deponi
- Departementet mente at risikoen var urimelig høy

## Arbeidstilsynet

- Grunnlagsdokumenter for utarbeidelse av grenseverdier/ administrative normer for flere deponigasser
- Disse gir god opplysninger om helserisikoer
- Veileder om arbeid i eksplosjonsfarlig atmosfære (ATEX)
- MEN arbeidstilsynets veileder gjelder kun arbeidsforhold
- Det gjelder ikke boliger eller sårbare gruppe (barn, eldre, syke, osv.)

## Kommuner

- De alle fleste kommuner har enhet for vann og avløp
- De har ofte gode HMS-rutiner for arbeid i gassutsatte områder, grunnet de samme gassene generes av kloakk



# Veileder - naboland

## Danmark

- Miljøstyrelsen, 2001. *Metode til risikovurdering af gasproducerende lossepladser*. Ref. 648 2001
- Region Hovedstaden, 2021, *Indeluftsikring i nybyggeri, version 2.3*

## Sverige

- Rihm, 2014. *Inventering, undersökning och riskklassning av nedlagda deponier*. Statens Geotekniska institut. SGI Publikation 14
- Rihm, 2011. *Underlag för vägledning beträffande inventering, undersökning och riskklassning av gamla deponier*. Geotekniska institut. Ref. 13897

## Storbritannia

- National Housebuilding Council (NHBC), 2007. *Guidance on evaluation of development proposals on sites where methane and carbon dioxide are present*. Rev.4. Dateret mars 2007
- Construction Agency Research and Information Agency (CIRIA), 2006. CIRIA C659/C665 – *Assessing risks posed by hazardous ground gases to buildings*, London: CIRIA
- BS 8485:2015+A1:2019 *Code of practice for the design of protective measures for methane and carbon dioxide ground gases for new buildings*

**Samtlige veiledere setter vekt på gassgenerering og migrering ved utredning av miljørisiko fra deponigass**

# Måleutstyr og metoder

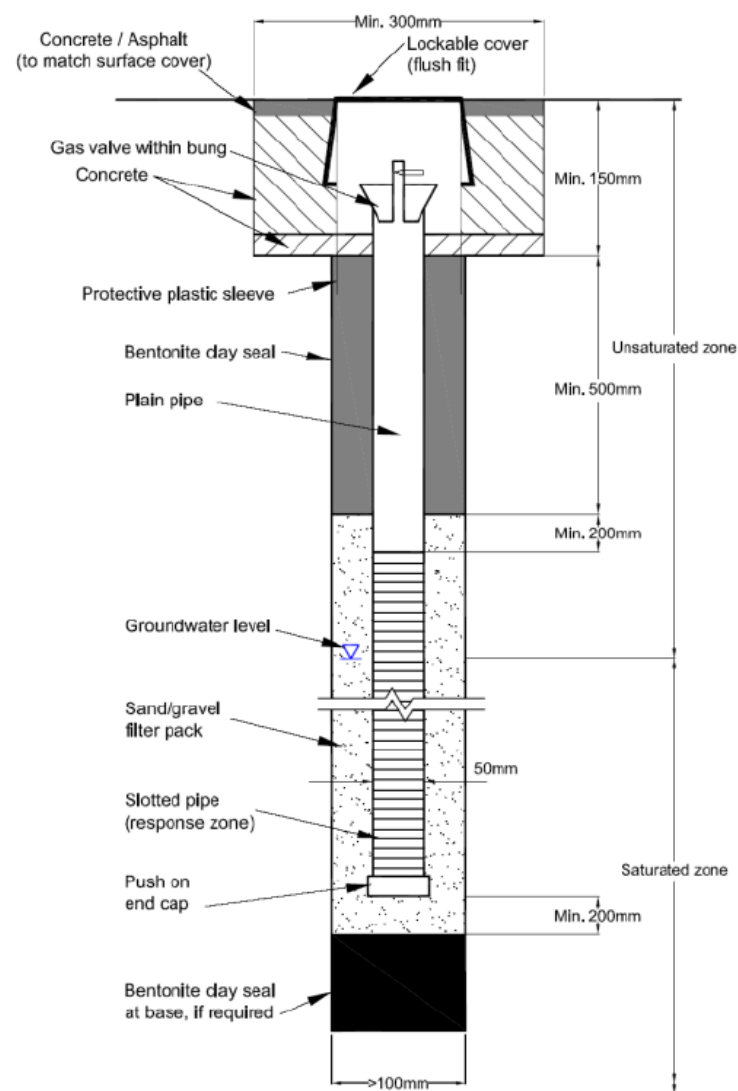


Bruk av fluksboks til emisjonsmåling på deponioverflate.  
Kilde: National Housebuilding Council (NHBC), 2007. *Guidance on evaluation of development proposals on sites where methane and carbon dioxide are present.*  
Rev.4. Datert mars 2007

- Ved måling i åpen grop/sjakt vil metan raskt stige opp og fortynnes i luften
- Slike målinger blir ikke representativt for grunnforholdene og bekrefter kun at metan er til stede
- Fluksmålinger fra utstyr installert på bakkenivå måler emisjon av metan og evt. andre deponigasser
- Brukes til å estimere klimagassutslipp fra kommunale deponier, samt lokalisere gasslekkasjer
- Fluksmålinger informerer om kvaliteten til topptetting, men ikke om forholdene under bakken
- Risikovurdering for planlegging av nye bebyggelser krever data om gassgenerering, migrering og innhold

# Måleutstyr og metoder

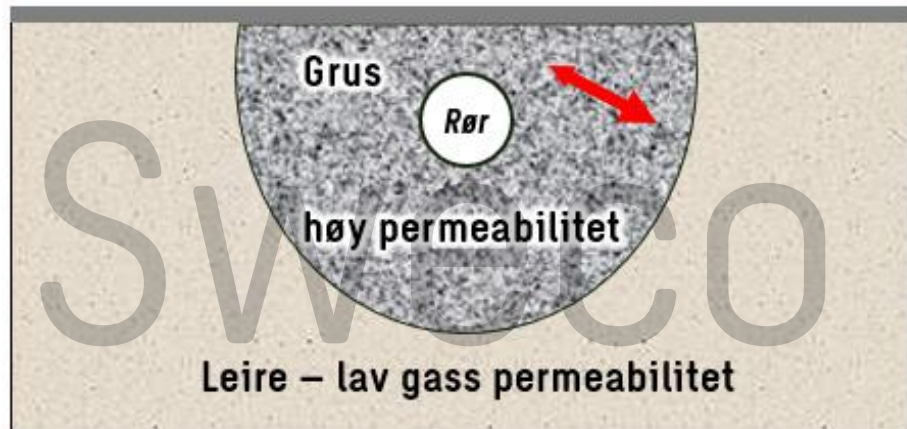
- Miljøbrønn (med propp og tilkoblingspunkt) er den beste måte å skaffe gassmåledata til bruk i miljørisikovurdering
- Det finnes flere typer håndholdt måleutstyr for deponigass
- Anbefales minst to uker mellom målerunder
- Flere faktorer påvirker forholdene under bakken ved tidspunkt til måling:
  - Lufttrykk (måling tas i lavt og fallende lufttrykk)
  - Nylig nedbør
  - Tele
  - Flo og fjær (og regulert vannforekomst)
- Det finnes også nyere utstyr som kan installeres i brønner for å ta kontinuerlige målinger
- Det har høyere kostnader, men gir trolig best datagrunnlag



Kilde: National Housebuilding Council (NHBC), 2007. *Guidance on evaluation of development proposals on sites where methane and carbon dioxide are present*. Rev.4. Dater mars 2007

# Vanlige utfordringer – måling av deponigass

Måler du i kum? Måler du i ledningsgrøft eller i overvannsrør?



- Gassnivåer kan variere over et deponiområde
- Måling i åpen luft sier ingenting om forholdene under bakken
- **Dersom måledata skal benyttes til risikovurdering, må gassgjennomstrømning/gassgenerering måles!**
- Kan utstyret ditt måle gjennomstrømning?
- Dette må være gassens naturlig gjennomstrømning i bakken, IKKE til utstyrets prøvetakingspumpe
- Konsentrasjon alene sier ikke noe om pågående gassgenerering – det viser bare hvor mye gass som har samlet seg over ukjent tid
- Grusfylt ledningsgrøft er kjente «gasskanaler» i randsoner, men er vanskelig å måle i

# Risikovurdering - anleggsfase



- Boring/graving kan frigjøre mye metan med en gang
  - Den blandes med oksygen i atmosfæren og utgjør eksplosjonsfare
  - Hydrogensulfid og karbondioksid kan samle seg i bunnen av grøft og sjakter
  - Anbefales eget protokoll/sikker-jobb-analyse for grunnarbeid i gassutsatte områder
    - Dette inkludere miljøtekniske og geotekniske grunnundersøkelser og prøvetaking
- 
- Viser skrivebordsstudier risiko for historisk deponi/fyllinger i undersøkelsesområdet?
  - Trenges det tenningskildekontroll?
  - Trenger anleggsarbeidere å være utstyrt med personlige gassmålere?

# Vanlige utfordringer – grunnundersøkelser i deponier

- Metan kan ikke luktes!
- «Gasslukt» er mercaptan – påkrevd tilsetningsstoff i kommersiell metan, propan, butan, «campinggass» osv.
- Lukter det råttent egg, er dette trolig hydrogensulfid
- Har du gassmaske? **Hvilken type filter er på gassmasken din?**
- Den vanligste filtertype er P3, som beskytter mot asbest og annen partikler
- P3 gir ikke tilstrekkelig beskyttelse mot deponigasser!
- For beskyttelse mot hydrogensulfid trenges et filter for **syre gasser**
- «Rene masser» betyr IKKE lavere gassrisiko



Brann i søppelfyllinga på Stubberud vinteren 1959/60. Slokkingsarbeid skal ha vært vanskelig. Kilde: "Stubberudfyllinga," Lokalhistoriske bildebaser i Oslo <https://historiebilder.no/items/show/1019>

# Risikovurdering – nye bygninger

1. Karakterisering av kilde
2. Identifisering av eksponeringsveier
3. Vurdering av resipientenes sårbarhet

Avfallsdeponier kan deles inn i tre risikokategorier:

**Lav risiko**

- Ingen tiltak

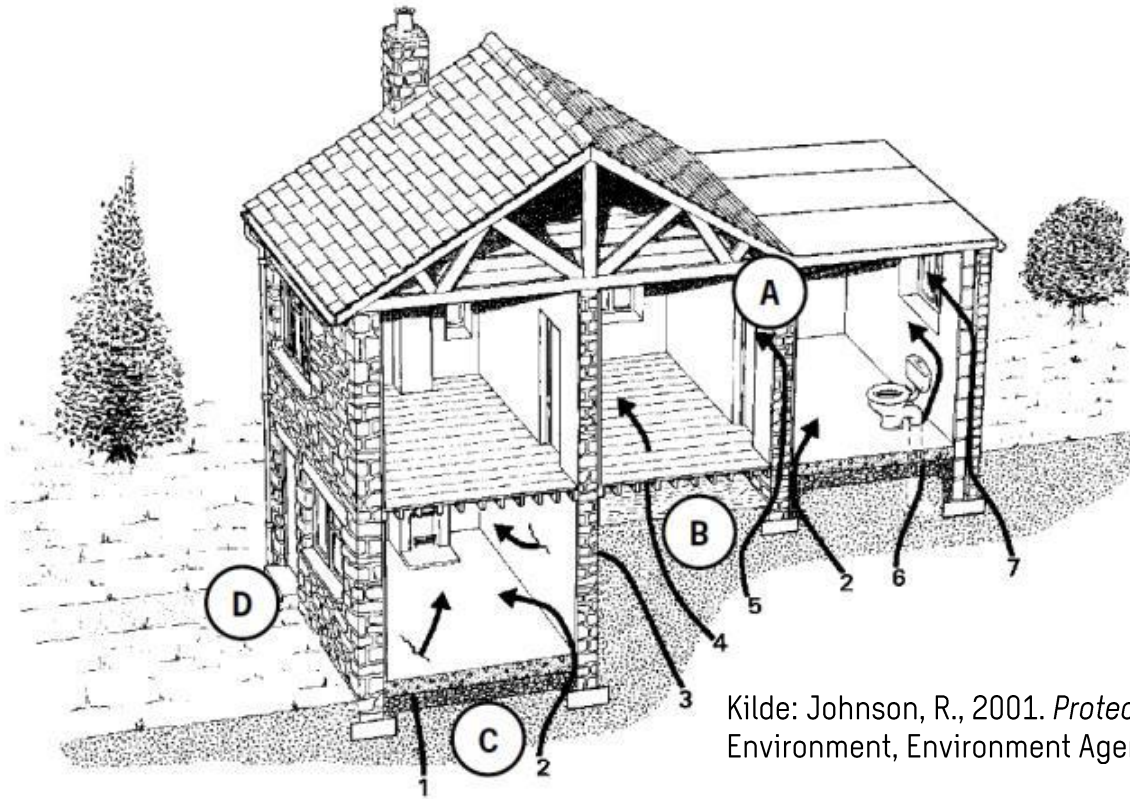
**Middels risiko**

- Tiltak trengs
- Datagrunnlag må skaffes

**Høy risiko**

- Ikke egnet til utbygging

# Risikovurdering – nye boliger



## Key to ingress routes:

- 1 Through cracks in solid floors
- 2 Through construction joints
- 3 Through cracks in walls below ground level
- 4 Through gaps in suspended floors
- 5 Through cracks in walls
- 6 Through gaps around service pipes
- 7 Through cavities in walls

## Possible locations for gas accumulation:

- A Wall cavities and roof voids
- B Beneath suspended floors
- C Within voids caused by settlement or subsidence
- D Drains and soakaways

Kilde: Johnson, R., 2001. *Protective measures for housing on gas-contaminated land*. Parkman Environment, Environment Agency & Building Research Establishment (BRE). R&D Technical Report P336.



# Risikovurdering – nye bygninger

«Trafikklysklassifisering» av deponigassrisiko til **boliger**, oversatt/tilpasset fra britisk veileder (NHBC, 2007).

«Trafikklys» klassifisering	Metan		Karbondioksid		Tiltak (nye boliger)
	Typisk maksimum konsentrasjon (%v/v)	Terskelverdi (liter/time)	Typisk maksimum konsentrasjon (%v/v)	Terskelverdi (liter/time)	
Grønn	1	0,16	5	0,78	Ingen
Gul 1					Standard tiltak
Gul 2	5	0,63	10	1,56	Utvidet tiltak
Rød	20	1,56	30	3,10	Ikke egnet til boligområde

Modifisert Wilson-Card klassifisering av deponigassrisiko for **forretnings- og næringsbygg** oversatt/tilpasset fra britisk veileder (NHBC, 2007)

Karakteristisk situasjon	Risikoklasse	Terskelverdi (l/t CH <sub>4</sub> eller CO <sub>2</sub> )	Tilleggsfaktorer	Tiltak: Antall barrierer
1	Svart lav	0,07	Maks. 1%v/v CH <sub>4</sub> Maks. 5%v/v CO <sub>2</sub>	Ingen
2	Lav	0,7	Maks gasstrøm (flow) 70 l/t	1 til 2
3	Middels	3,5	-	1 til 2
4	Middels til høy	15	Kvantitativ risikovurdering av tiltak	2 til 3
5	Høy	70	-	3 til 4
6	Svært høy	>70	-	4 til 5 Trenes også tiltak ved gasskilden

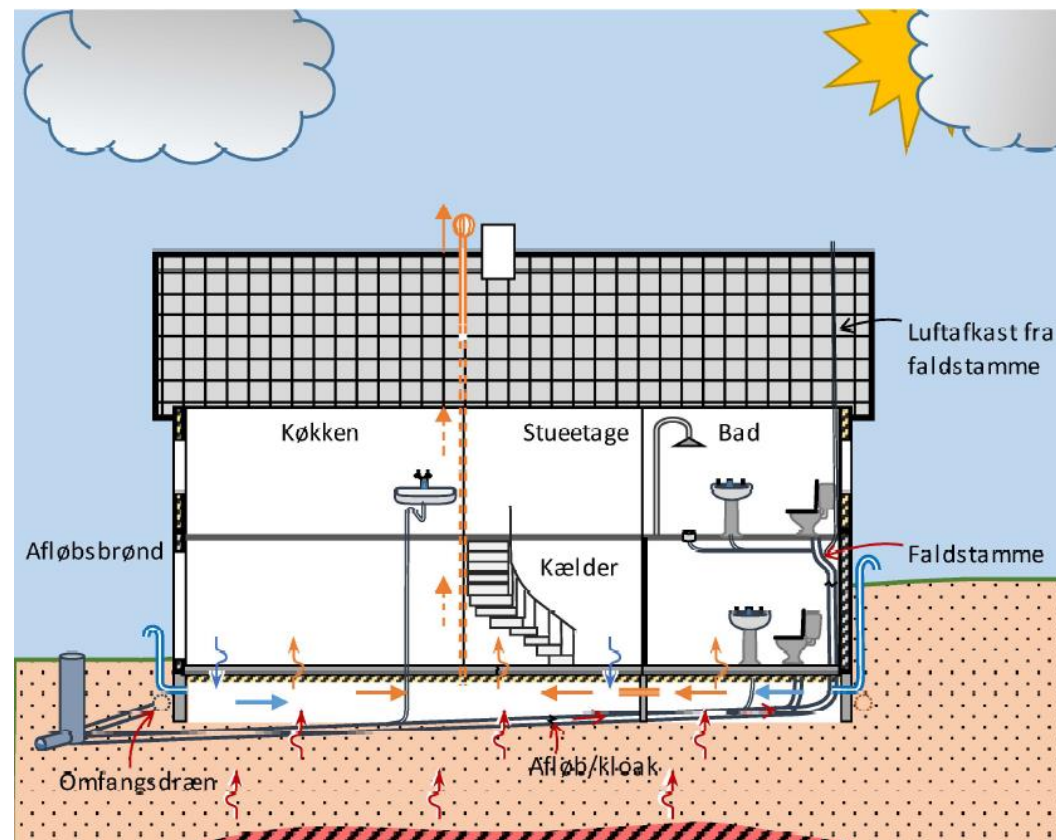
# Prosjektering av tiltak



- De fleste gasstiltak er en kombinasjon av avlufting og gassperre
- For dimensjonering av avluftingstiltak er gassgenererings-/tilstrømningshastighet viktigere enn konsentrasjon:  
*innsig av deponigass < luftutskiftingshastighet*
- I noen tilfeller vil passiv ventilering av kryprom under bygget være tilstrekkelig (standard tiltak – Gul 1)
- Ved høyere gassgjennomstrømning vil det trenges aktiv ventilering med vifte (utvidet tiltak – Gul 2)
- Gassmembran gir en tilleggsbarriere i tilfellet svikt i avluftingssystem for både standard og utvidet tiltak
- Obs! Standard radonsperre vil ikke være motstandsdyktig mot evt. syregasser og løsemidler i deponigass – bruk en gassmembran prosjektert for deponigasser

# Prosjektering av tiltak

- For utbygging i deponiets randzone kan det være mulig med tiltak i området mellom deponi og planområdet
- F.eks. kan det prosjekteres «avløftingsgrøft» fylt med sprengstein, med eller uten toppdekke og utluftingsrør
- Ved meget høy gassgenerering, er avlufting ikke mulig
- Risiko for at det luftes ut antennbar gassblandingen (med brennbar konsentrasjon av metan) blir for høy
- I så fall kreves det tiltak mot kilden før området kan bygges ut
- For de aller største deponiene kan det prosjekteres gassavsugsystem og fakkel
- Siste utvei er masseutskifting – rene (flis) masser kan ofte komposteres



Gasstiltak i bolig. Kilde: Region Hovedstaden, 2021, *Indeluftsikring i nybyggeri*, version 2.3

# Prosjektering av tiltak – vanlig utfordringer



Gasstiltak under bygging. Kilde: Region Hovedstaden, 2021, *Indeluftsikring i nybyggeri. version 2.3*

- **Det er ikke mulig å prosjektere gasstiltak uten gassdata**
- Der gassdata ikke foreligger bør gassmåling kreves i prosjekteringsfase
- **Det er mye lettere med gasstiltak i planlagt enn i eksisterende bygg**
- Permanente målere tilkoblet brannalarm, og beredskapsplan er mulig tiltak for forretnings-/næringsbygg, men ikke bolig
- Risiko for setningsskade og helserisiko må sees i sammenheng – sprekk i gulvplate blir innvei for deponigass
- Tiltak i et område kan påvirke gassnivåer i et nabo område
- Det bør kunne dokumenteres at gasstiltak er installert (riktig) i sluttrapport

# Eksempler av feilinstallert utluftingsrør

