

Vurdering av helserisiko ved påviste konsentrasjoner av benzen og andre flyktige organiske forbindelser i bolighus ved nedlagte Brånåsen avfallsdeponi

Johan Øvrevik, Jørn A. Holme, Magne Refsnes, Norun Hjertager Krog, Rune Becher
Avdeling for luft og støy, Område for smittevern miljø og helse, Folkehelseinstituttet
Oslo, 06.04.2018

Bakgrunn

Folkehelseinstituttet ble i november 2017 forelagt beregnede konsentrasjonsverdier over en rekke flyktige organiske forbindelser (VOC'er) fra en bolig i Lensmann Klevs vei ved tidligere Brånåsen avfallsdeponi i Skedsmo kommune. Ifølge rapport fra Hjellnes Consult datert 06.10.2016 ble det i boligen påvist svært høye metangasskonsentrasjoner, opp til 1500 ppm i oppholdsrom og over 50 000 ppm i sikringsskap. På bakgrunn av dette ble det foretatt en omfattende analyse av VOC'er fra deponigass ved to prøvepunkt i hagen. Mulige VOC-nivåer inne i boligen ble så beregnet basert på antatt lineær sammenheng med metangassforekomst. Disse beregningene indikerte en benzenkonsentrasjon inne i den aktuelle boligen på 0,864 mg/m³ (864 µg/m³). Til sammenlikning er grenseverdi for benzen i uteluft 5 µg/m³. Benzen er et kreftfremkallende stoff, og det estimerte nivået i denne enkeltboligen ville således representere en uakseptabelt høy helserisiko. Den aktuelle boligen har senere blitt revet, slik at faktiske kontrollmålinger i denne boligen ikke kan gjennomføres. Folkehelseinstituttet ba derfor Skedsmo kommune foreta faktiske målinger av benzen i 21 andre boliger ved tidligere Brånåsen avfallsdeponi, samt i uteluft i området. De utvalgte boligene hadde alle fått påvist problemer med innsig av deponigass, under en tidligere undersøkelse utført av Hjellnes Consult (rapport datert 03.11.2017). Slik vi forstår det er det foretatt utbedringer i de fleste eller alle disse 21 boligene, for å hindre inntrengning av deponigass. Hensikten med målingene var i første rekke å avklare om nåværende nivåer av benzen kunne representere en helserisiko i noen av disse boligene.

På oppdrag fra Skedsmo kommune har Multiconsult nå foretatt målinger av deponigass og enkelte spesifikke VOC'er i 14 av de 21 boligene med deponigassinnsig, samt ytterligere 5 boliger i rommet der det tidligere ikke er påvist deponigassinnsig. Metangass/deponigass er detektert med en såkalt sniffer, mens VOC i inneluft er målt i luftprøver samlet over en periode på 4 timer, fra et prøvolum på ca. 100 liter, og analysert ved såkalt gasskromatografi. Luftprøvene er slik vi forstår det tatt i pustesonen i oppholdsrom eller soverom med høyest konsentrasjon av metan. Det foreligger bare én enkelt måling fra hver bolig. Videre er det tatt uteluftprøver av benzen og andre VOC'er på 7 ulike dager, samt målinger av metangass og VOC'er i 14 gassbrønner nær boligområdet.

FHI har på oppdrag fra Skedsmo kommune foretatt en helserisikovurdering av de påviste VOC-konsentrasjonene i uteluft og boliger, ved Brånåsen avfallsdeponi. Vurderingen er kun basert på oppgitte målverdier i rapport fra Mutliconsult, og gjelder status i de boenhetene hvor det så langt er gjennomført oppfølgende analyser av benzen/VOC. FHI har ikke kompetanse eller mulighet til å kvalitetssikre måle metodene som har vært brukt. Vår vurdering er derfor basert på den forutsetning at gassanalysene er korrekt utført.

FHI har fått opplyst fra Skedsmo kommune at det er foretatt langtidsmålinger av benzen i 10 boenheter. Resultatene fra disse målingene foreligger ennå ikke, og inngår dermed ikke i denne vurderingen.

Vurdering

Benzen (0,34-1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), toluen (1,2-5,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), etylbenzen (0,26-3,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), *m/p*-xylen (0,69-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), *o*-xylene (0,21-4,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), kloroform (0,13-0,84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) og tetraklormetan (0,32-0,73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), ble påvist i samtlige undersøkte boliger. Av disse er benzen og tetraklormetan (også kjent som karbontetraklorid) kreftfremkallende, mens kloroform er vurdert som mulig kreftfremkallende (tilstrekkelige bevis for sikker årsakssammenheng mangler). Samtlige forbindelser kan i høye konsentrasjoner gi nevrologiske/kognitive effekter, inklusiv hodepine, trøtthet, svimmelhet og konsentrasjonsvansker. En forutsetning for at slike stoffer skal kunne gi helseeffekter, er at de forekommer i tilstrekkelig høye konsentrasjoner.

Med dagens sensitive målemetoder vil man kunne påvise en rekke helseskadelige stoffer i de fleste miljøer, i hjemmet, på arbeidsplass eller i utemiljøer. Dette betyr imidlertid ikke at stoffene nødvendigvis forekommer i helseskadelige konsentrasjoner. Som det fremgår av tabell 1 er nivåene av samtlige forbindelser innenfor anbefalte grenseverdier gitt av verdens helseorganisasjon (WHO), amerikanske EPA (Environmental Protection Agency) og ATSDR (The Agency for Toxic Substances and Disease Registry) samt Health Canada. Benzennivåene er også under gjeldende norsk grenseverdi for benzen i uteluft (5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), men noe over anbefalte luftkvalitetskriterier for uteluft gitt av FHI (1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) i enkelte av boligene. På generelt grunnlag kan man ikke sette noen sikker nedre grenseverdi for kreftfremkallende stoffer, og man operer derfor med akseptabel risiko. Akseptabel risiko vurderes normalt slik at livstidseksponering av en befolkning ut fra teoretiske beregninger i verste fall ikke skal føre til mer enn ett krefttilfelle per 100 000-1 000 000 individer.

Livstidseksponering for de maksimale konsentrasjonene av benzen (1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) og tetraklormetan (0,73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) påvist i boliger ved Brånådeponiet gir hver for seg en kreftrisiko på 1:100 000. Dette ansees som en akseptabel livstidsrisiko. I tre boliger ble det også påvist lave nivåer av tetrakloreten (0,087-0,48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Tetrakloreten ansees også som kreftfremkallende, men høyeste målte konsentrasjon vil gi en kreftrisiko på 1:10 000 000, noe som ansees som ubetydelig. Nivåer av 1,1,1-trikloreten, trikloreten, vinylklorid, dikloreten og dikloretan, var alle under deteksjonsgrensen i samtlige boliger.

Sammenlikning med andre undersøkelser fra Sverige, Europa og USA viser at de påviste nivåene av benzen og andre VOC'er i de undersøkte boligene (etter tiltak) ved Brånådeponiet generelt er lave, og innenfor normalverdier for privatboliger (se tabell 1). Konsentrasjoner av benzen i uteluft (0,43-1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) er også lave, og innenfor gjeldende norsk regelverk. **Nivåene av benzen og andre VOC'er som nå er påvist i boligene ansees derfor som normale, og forventes ikke å kunne gi helseplage, helseskade og/eller alvorlig sykdom.** Siden benzen er tyngre enn luft, er det imidlertid viktig å avklare at også konsentrasjonene nær gulvet er akseptable.

Multiconsult har i sin rapport også målt metan- og benzenkonsentrasjoner i 14 gassbrønner nær boligfeltet. Som forventet er nivåene av metan (13 000-63 000 ppm) og benzen (14-367 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) betydelig høyere enn i de undersøkte boligene. Ettersom benzen i inneluft kan ha en rekke kilder (røyking, vedfyring, matlaging, avdampning fra bygningsmaterialer etc.), anser vi at disse gassbrønne målingene gir det mest korrekte bilde av det relative forholdet mellom benzen og metan i deponigassen. Det er derfor viktig å understreke at den relative mengden benzen i forhold til metan

er langt lavere i gassbrønnene, enn det som er spesifikt målt i boligene. Hvis en antar en lineær sammenheng mellom nivåene av metan og benzen en faktisk måler i gassbrønnene, skulle man ved 1000 ppm metangass forvente å finne 0,11-0,85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ benzen innendørs, som vist i rapport fra Multiconsult. Gjennomsnittsnivået av metan som nå er målt i boligene er imidlertid bare 94 ppm. Basert på den relative mengden benzen målt i gassbrønnene, skulle man derfor forventet at gjennomsnittsnivået av benzen i boligene var 0,01-0,08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ om deponigass var kilden til benzen. De faktiske benzennivåene målt i boligene ligger imidlertid betydelig over dette (0,34-1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), men er fremdeles lave i forhold til hva man forventer å finne i boliger uten deponigassinnsig. I sum indikerer dette at benzennivåene i de undersøkte boligene høyst sannsynlig ikke stammer fra deponigassinnsig, men heller stammer fra normale innendørskilder og/eller fra uteluft. Denne antakelsen forsterkes av at det ikke synes å være noen klar sammenheng mellom nivåene av metan og benzen i boligene.

Tabell 1: Oversikt over grenseverdier (kronisk eksponering) og forekomst av påviste VOC'er. Alle konsentrasjoner er gitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

	Benzen	Toluen	Etylbenzen	<u>o-Xylen</u> <u>m/p-Xylen</u>	Kloroform	<u>Tetraklor-</u> <u>metan</u>
Målt v/ <u>Brånåsen</u> (maks nivå)	1,7	5,8	3,2	10/4,6	0,84	0,73
FHI. Anbefalt norm inneklime	Så lavt som mulig	-	-	-	-	-
Grenseverdi (uteluft)	5	-	-	-	-	-
FHI: Luftkvalitetskriterier (uteluft)	1	-	-	-	-	-
WHO	1,7*	260	-	-	-	-
EPA – kreft risiko 1:10 ⁵	1,3-4,5*	-	-	-	-	0,7*
EPA – <u>Rfc</u> ([#] <u>CalEPA Rel</u>)	30	2000	1000	-	300 [#]	40 [#]
ATSDR - MRL	9,57	3800	260	400	500	189
Health Canada	Så lavt som mulig	2300	-	-	-	-
Forventet forekomst:						
Brown et al. 1994 (Normale nivåer i boliger)	5-10	20-50	5-10	10-20	1-5	1-5
Sarigiannis et al. 2011 (Normale nivåer i boliger)	<10	4-30	-	0-10	-	-
Gustafson et al. 2007 (Nivåer i boliger med og uten vedfyring)	1,5-3	-	-	-	-	-
Logue et al. 2012 (Befolkningseksponering)	2,5	0,16	3,9	8,2/9,7	1,5	0,63
ATSDR = Agency for Toxic Substances and Disease Registry (USA); EPA = Environmental Protection Agency (USA); FHI = Folkehelseinstituttet; <u>CalEPA</u> = California Environmental Protection Agency (USA); WHO = World Health Organization; MRL = minimal risk level; <u>Rfc</u> = reference concentration; <u>Rel</u> = reference exposure level. MRL, <u>Rfc</u> og <u>Rel</u> verdier gjelder for ikke-karsinogene effekter.						
*Relativ kreftrisiko mindre enn 1:100 000 (noen sikker nedre grense kan ikke settes for kreftfremkallende stoffer)						

I lys av de nye benzen- og metangassmålingene fremstår det tidligere estimerte nivået av benzen i boligen i Lensmann Klevs vei, på 864 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ benzen, som et markant avvik fra samtlige andre målinger. Ettersom beregnet benzennivå var basert på gassprøver samlet fra hagen utenfor huset, er disse tidligere anslagene derfor høyst usikre og mest sannsynlig betydelig overestimert. Målingene i

gassbrønnene tilsier derfor at faktiske benzennivåer, selv i de boligene med størst innsig av deponigass, har vært betydelig lavere enn det som ble anslått for den ene boligen i Lensmann Klevs vei. Hvorvidt det at benzen er tyngre enn luft, og trolig også metangass, kan ha bidratt til forskjellene i de to målingene bør imidlertid vurderes. Vi anbefaler derfor at en ny gassmåling foretas ved samme målepunkt i hagen, for å avklare om de opprinnelige måledataene var korrekte. Man bør da inkludere en tilsvarende kontrollmåling et annet sted i området, for å avklare om det eventuelt kan ligge en punktkilde til benzen under denne tomten eller om de høye benzennivåene kan skyldes målemetoden.

Hvorvidt andre tidligere eksponeringsnivåer for deponigasskomponenter kan ha bidratt til helseplager som hodepine, tretthet, konsentrasjonsvansker, eller slimhinne- og luftveisplager rapportert av enkelte beboere, kan vanskelig bekreftes eller avkreftes, på grunn av usikkerhet om faktiske eksponeringsnivåer før tiltak ble gjennomført. Slike vurderinger vanskeliggjøres av at denne typen mer diffuse helseplager kan skyldes en rekke årsaksforhold. Det fremstår videre som om flere beboere har vært svært bekymret for boforholdene over en vis tid, blant annet på grunn av luktplager, og senere ved påvisning av svært høye metankonsentrasjoner i enkelte boliger. Bekymringer rundt sikkerheten ved å bo i egen bolig, spesielt om man også har barn i huset, vil kunne representere en betydelig belastning som igjen kan medføre langvarig stress og dermed bidra til utvikling eller forverring av helseplager. Dette kan representere en naturlige og viktig årsak til sammenheng mellom bolig og sykdomsutviklingen som enkelte beboere har rapportert, og bør tas alvorlig.

Behov for videre oppfølging

Innendørsnivåene av benzen og andre VOC'er som er vurdert her, er basert på én enkelt luftprøve samlet inn over 4 timer. Siden verdiene som ble målt/beregnet for den ene boligen i Lensmann Klevs vei ble foretatt på høsten, foreslår vi at en tilsvarende undersøkelse også foretas på samme tid av året, alternativt i sommerhalvåret for å sikre at det ikke er årstidsvariasjoner i deponigassinnsig. Siden benzengass er tyngre enn luft og kan sige ned, anbefaler vi at det tas enkelte kontrollmålinger langs gulv, gjerne nær deponigassinnsig, for å sikre at små barn som leker ikke utsettes for høyere konsentrasjoner av benzen eller andre VOC'er enn det som er påvist i Multiconsults rapport. Disse kontrollmålingene bør om mulig foretas i boliger med deponigassinnsig som ikke er utbedret/tettet. Måling nær deponigassinnsig (punktkilder med høyere metankonsentrasjon, om dette fremdeles finnes i noen boliger) vil også delvis kunne bekrefte, eventuelt avkrefte, antakelsen om at benzen målt i boligene hovedsakelig stammer fra innendørskilder og ikke fra deponigassen. Vi anbefaler også at det foretas en ny måling av benzen i hagen utenfor den aktuelle boligen i Lensmann Klevs vei, med en egnet kontrollmåling, for å avklare om det kan ligge en punktkilde til benzen under denne tomten.

Videre vil det være behov for en langsiktig oppfølgingsplan for å sikre at deponigasssituasjonen ved boligene nær tidligere Brånåsen avfallsdeponi ikke representerer noen helsefare. Basert på vurderingen gitt i denne rapporten, vil hovedbekymringen være brannfare ved høye metangasskonsentrasjoner.

Denne vurderingen er gitt med forbehold om at de oppgitte måleverdiene gir et representativt bilde av de faktiske eksponeringsforholdene i boligene.

Verdiene som nå foreligger for benzen og VOC'er i inneluft i boliger ved tidligere Brånåsen avfallsdeponi, er lave og på nivå med det en normalt kan finne innendørs i privatboliger. Benzennivåene i disse boligene synes derfor først og fremst å stamme fra normale innendørskilder/aktiviteter, og ikke fra deponigassen. Verdiene som nå er målt ligger videre godt under nasjonale og internasjonale grenseverdier/retningslinjer for inneluft/uteluft, og ser ikke ut til å utgjøre noen helserisiko for beboerne som sådan.

Det foreligger ikke tilstrekkelig vitenskapelig grunnlag til å kunne avklare hvorvidt tidligere eksponeringsnivåer av benzen eller andre deponigasser kan ha bidratt til utvikling eller forverring av helseeffekter, da usikkerheten rundt faktiske eksponeringsnivåer er for stor. Det kan imidlertid ikke utelukkes at tidligere eksponering kan ha bidratt til helseplage, og situasjonen med langvarig usikkerhet og bekymring om sikkerheten ved å bo i egen bolig har opplagt vært en stor belastning for mange beboere.

Skedsmo kommune anbefales å følge opp med kontrollmålinger for å sikre at de registrerte verdiene er representative for eksponering i boligene, og at nivåene holder seg stabile over tid. Dette vil spesielt være viktig med hensyn til mulig brannfare fra metangass.

Referanser

Brown, Sim, Abramson & Gray. Concentration of Volatile Organic Compounds in Indoor Air – A Review. 1994, 4:123-134.

Gustafson, Barregard, Strandberg & Sällsten. The impact of domestic wood burning on personal, indoor and outdoor levels of 1,3-butadiene, benzene, formaldehyde and acetaldehyde. Journal of Environmental Monitoring 2007, 9:23-32.

Hjellnes Consult. Måling av deponigass i boliger inntil nedlagt deponi, oppdatert november 2017. Rapport november 2017.

Hjellnes Consult. Gassmålinger tilknyttet lensmann Klevs vei XXX. Rapport 06.10.2016

Logue, Price, Sherman & Singer. A method to estimate chronic health impact of air pollutants in U.-S. residents. Environmental Health Perspectives 2012, 120:216-222.

Multiconsult. Måling av benzen i bolighus i tilknytning til Brånås Avfallsdeponi. Rapport 14. mars 2018.

Sarigiannis, Karakitsio, Gotti, Liakos & Katsoyannis. Exposure to major volatile organic compounds and carbonyls in European indoor environments and associated health risk. Environmental International 2011, 37:743-765.