

# Innholdsfortegnelse

|                                                              |   |
|--------------------------------------------------------------|---|
| <b>Metode for luktrisikoavurdering</b>                       | 3 |
| <b>Overordnet om luktrisikoavurderinger</b>                  | 3 |
| Hensikt                                                      | 3 |
| Elementer i en risikoavurdering                              | 3 |
| Identifisering av prosesser, hendelser og uønskede hendelser | 4 |
| Årsaksanalyse                                                | 4 |
| Sannsynlighet                                                | 4 |
| Konsekvens                                                   | 5 |
| Luktrisiko                                                   | 5 |
| <b>Luktrisikoavurdering med trafikklysmetoden</b>            | 5 |
| Sannsynlighetsklasser                                        | 5 |
| Konsekvensklasser                                            | 6 |
| Luktrisiko                                                   | 6 |
| <b>KVALUR</b>                                                | 6 |
| Sannsynlighet                                                | 7 |
| Konsekvens                                                   | 7 |
| Luktrisiko                                                   | 8 |
| <b>Spredningsberegninger</b>                                 | 9 |



# Metode for luktrisikoavurdering

En luktrisikoavurdering er et verktøy for å vurdere hvilke hendelser, avvik og prosesser som bidrar til lukt, og for å vekte dem utfra en vurdering av både sannsynlighet og konsekvens. Her behandles luktrisikoavurdering som metode generelt og hvilke elementer en slik vurdering består av. I tillegg belyses to metoder for selve risikoavurderingen: trafikklysmetoden og KVALUR-metoden. Begge metodene er ment å kunne brukes komplementært med luktmålinger, luktutslippsvurderinger og spredningsberegninger og er tilpasset å kunne harmonere med luktkravene i Miljødirektoratets luktveileder <sup>1)</sup>. Dersom utslippstørrelsene er etablert og det kjøres en spredningsmodell, kan dette også benyttes til å beregne en luktrisiko.

## Overordnet om luktrisikoavurderinger

### Hensikt

Risiko i forhold til lukt handler om hvor ofte lukthendelser inntreffer og hvilken konsekvens hver hendelse får. Med luktrisiko menes her ikke risiko for lukt på bedriftens område, men risiko for lukt hos nærmeste berørte nabo eller i berørt område.

Hensikten med en luktrisikoavurdering er å gi en vurdering av risiko for lukt fra en virksomhet både samlet og for enkelthendelser, aktiviteter og prosesser.

Vurdering av risiko kan gjøres på mange plan og innenfor de fleste områder. I forhold til lukt er det relevant for bedriften å få en oversikt over hvilke aktiviteter, hendelser og prosesser som gir lukt, og ut fra forventet frekvens og sannsynlig konsekvens kan det da gjøres tiltak tilpasset risikoen.

En luktrisikoavurdering kan med fordel være en kontinuerlig del av driften. Enhver endring i en aktivitet, prosess eller prosedyre kan medføre en endret luktrisiko, og anlegget bør derfor i kritiske tilfeller ha en løpende oversikt over eksisterende luktrisiko i tilknytning til sin egen drift.

I en luktrisikoavurdering skal uønskede hendelser også vurderes, slik at situasjoner som avviker fra normal driftssituasjon også blir belyst.

### Elementer i en risikoavurdering

En luktrisikoavurdering kan gjennomføres etter mønster av [NS 5814 Krav til risikoanalyser](#). Alle aktiviteter, hendelser og prosesser gjennomgås da i forhold til sannsynlighet og konsekvens i forhold til luktemisjon. For å kunne sammenlikne luktrisikoen fra hver aktivitet er det fordelaktig om luktrisikoen kvantifiseres.

Viktige komponenter i luktrisikoavurderingen er vurdering av:

- hvilke prosesser, hendelser og uønskede hendelser som kan inntreffe
- sannsynlighet for at en prosess, hendelse eller uønsket hendelse kan skje
- årsak til hendelsen/prosessen
- konsekvens når det skjer

- risiko

## Identifisering av prosesser, hendelser og uønskede hendelser

Alle aktiviteter med mulig luktrisiko søkes identifisert. Det betyr at alt arbeid der masser eller prosesser med mulig lukt håndteres søkes identifisert. I denne identifiseringsprosessen er det lett å overse hendelser, som ikke er ønskede, eller som ikke er del av planlagt drift eller utslipp. Typiske punkter, som lett kan overses er

- diffuse utslipp ved håndtering av masser, åpning av ventiler o.l.
- diffuse utslipp ved åpning av porter og dører
- lekkasjepunkter/diffuse utslipp fra bygninger og arealer

I tillegg tilkommer åpenbare punkter, som

- piper, skorsteiner, utløp fra kanaler og ventilasjon
- kummer og avløp
- lokaliteter for mottak og utlevering
- eventuelle åpne arealer, slik som arealer med kompost, råvarer, produkter på lager, deponi, dammer og basseng
- prosesspunkter, slik som f.eks. separasjon, kverning, blanding, henstand, lufting, modning, etc.

## Årsaksanalyse

Årsaksanalysen tar utgangspunkt i hver enkelt uønskede hendelse. Den er ofte svært kortfattet. Eventuelle årsakskjeder som kan lede fram til den uønskede hendelsen beskrives. Det tas hensyn til årsaksfjernende tiltak og eventuelle andre forhold som innvirker på årsakskjeden. En årsakskjede termineres dersom luktrisikoen knyttet til aktivitet eller prosess er liten.

Årsaksanalysen kan utelates, dersom den ikke anses for relevant eller med sannsynlighet ikke vil medføre risikoreducerende innsikt.

## Sannsynlighet

Sannsynligheten kan tilnærmes med hvor ofte hendelsen kan forventes å skje, eller hvor ofte den skjer.

For hendelser som er en del av den planlagte driften bør det være relativt enkelt å estimere hvor ofte og hvor lenge.

For uønskede hendelser er det lett å underestimere den reelle sannsynligheten, da tanker som «det skal ikke skje» kan bli dominerende i vurderingen. Sannsynlighet og målsetting er ikke det samme og bør ikke forveksles. Hvor ofte det faktisk har skjedd eller hvor ofte det skjer i egen virksomhet eller hos tilsvarende virksomheter bør legges til grunn.

Et typisk eksempel er brannutløp i forbindelse med deponi eller kompost. Det skal ikke skje og det er derfor en tendens til at det ikke legges inn i en vurdering. Likevel viser det seg at det kan skje flere ganger i løpet av et år og det skal derfor tas med i en luktrisikovurdering.

Sannsynligheten for en hendelse kan evalueres ved bruk av erfaringsdata ved eget eller tilsvarende anlegg.

Sannsynligheten kan angis kvantitativt som forventet frekvens og varighet. Da lukt beregnes på timebasis, er minste enhet 1 time, slik at det for hver gang en hendelse inntreffer, regnes en [hendelsestid](#). Innenfor en hendelsestid benyttes den største minuttvise luktemisjonen. Så lenge det er en sannsynlighet for at en hendelse vil skje, må sannsynligheten naturlig nok settes større enn null.

## Konsekvens

Konsekvensen i forhold til lukt, kan normalt angis som hvor mange som vil bli berørt, eller i hvilken avstand en kan forvente å kjenne lukt.

Spesielle forhold, som kan påvirke konsekvensen, er viktig å få identifisert. Dette er gjerne forhold knyttet til meteorologi og topografi, slik som inversjonseffekter og kanaliseringseffekter. Lukt har en tendens til å «renne» nedover i terrenget ved lite vind i kaldt vær og det kan være relevant å ta hensyn til dette i en risikovurdering.

## Luktrisiko

Luktrisiko er en funksjon av sannsynlighet og konsekvens. Dersom både sannsynlighet (frekvens) og konsekvens (influensområde) er kvantifisert kan risikoen gis et tall, f.eks. ved at

$$R = S \cdot K$$

Der R er risiko, S et uttrykk for sannsynlighet og K et uttrykk for konsekvens. Ved å beregne en indeks eller bruke en risikomatrix, kan risikoen kategoriseres i f.eks. tre risikokategorier: lav, middels og høy. (Det kan være situasjoner der en ønsker å bruke flere kategorier, og en kan tenke seg å legge til både en kategori for «svært lav» og «svært høy» risiko)

| LAV RISIKO                                      | MIDDELS RISIKO                                                  | HØY RISIKO                                                                                     |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aksepteres (eventuelt risikoreduserende tiltak) | Risikoen er tolerabel, men risikoreduserende tiltak må vurderes | Ikke akseptabelt. Alle hendelser/prosesser må vurderes med hensyn til risikoreduserende tiltak |

## Luktrisikoavurdering med trafikklysmetoden

Trafikklysmetoden er en måte å vurdere risiko ved vekte en vurdert sannsynlighet mot en vurdert konsekvens. Metoden har en kvalitativ karakter, men kan også benyttes i tilfeller der mer kvantitative tall foreligger, f.eks. ved bruk av spredningsmodeller.

## Sannsynlighetsklasser

I trafikklysmodellen benytter vi sannsynlighetsklasser for å vurdere sannsynlighet. Sannsynlighetsklassene skiller seg noe fra de som gjerne benyttes i vurdering av miljørisiko, hvilket skyldes at lukt ikke har langvarige konsekvenser i omgivelsene, men de kortvarige kan likevel ha

relativt stor konsekvens, spesielt ved høy frekvens.

| Sannsynlighetsklasser                        | Vekttall | Frekvens                               |
|----------------------------------------------|----------|----------------------------------------|
| Svært lite sannsynlig                        | 1        | Mer enn 10 år mellom hver hendelse     |
| Mindre sannsynlig / sjelden                  | 2        | 1 til 10 år mellom hver hendelse       |
| Sannsynlig / av og til                       | 3        | 1 måned til 1 år mellom hver hendelse  |
| Meget sannsynlig / ofte                      | 4        | 1 uke til 1 måned mellom hver hendelse |
| Svært sannsynlig / kontinuerlig / svært ofte | 5        | Mindre enn 1 uke mellom hver hendelse  |

## Konsekvensklasser

Konsekvensklasser kan defineres utfra en tilsvarende skala.

| Konsekvensklasse | Vekttall | Betydning                                                                      |
|------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Ubetydelig       | 1        | Litt lukt ved hendelsen, men lite spredningspotensiale                         |
| Lite merkbart    | 2        | Litt lukt ved hendelsen, og kan ved svært ugunstige forhold fornemmes hos nabo |
| Merkbart         | 3        | Må antas å kunne fornemmes hos nabo                                            |
| Kritisk          | 4        | Må antas å kunne kjennes godt hos nabo                                         |
| Meget kritisk    | 5        | Stort spredningspotensiale, og kan antas å være intens                         |

## Luktrisiko

Luktrisikoen kan da vurderes utfra produktet av de numeriske verdiene av sannsynlighets- og konsekvensklassene. I dette tilfellet vektet høy konsekvens noe høyere enn stor sannsynlighet hvilket gjenspeiler seg i at risiko ( $R=SK$ ) tilsvarende  $5 \times 1 = 5$  angis som liten risiko, mens risiko  $1 \times 5 = 5$  angis som middels risiko.

| Sannsynlighet                | Konsekvens |          |          |          |               |
|------------------------------|------------|----------|----------|----------|---------------|
|                              | Ubetydelig | Liten    | Merkbar  | Kritisk  | Meget kritisk |
| <b>Svært ofte</b>            | 5 (5×1)    | 10 (5×2) | 15 (5×3) | 20 (5×4) | 25 (5×5)      |
| <b>Ofte</b>                  | 4 (4×1)    | 8 (4×2)  | 12 (4×3) | 16 (4×4) | 20 (4×5)      |
| <b>Av og til</b>             | 3 (3×1)    | 6 (3×2)  | 9 (3×3)  | 12 (3×4) | 15 (3×5)      |
| <b>Sjelden</b>               | 2 (2×1)    | 4 (2×2)  | 6 (2×3)  | 8 (2×4)  | 10 (2×5)      |
| <b>Svært lite sannsynlig</b> | 1 (1×1)    | 2 (1×2)  | 3 (1×3)  | 4 (1×4)  | 5 (1×5)       |

## KVALUR

### KVantifiseringAvLUktRisiko

KVALUR-metoden er en probabilistisk risikovurderingsmetode<sup>2)</sup> utviklet spesifikt for vurdering av luktrisiko. Hensikten med metoden er å angi luktrisikoen som en indeks som angir hvorvidt hendelsen kan anses som relevant for lukt hos berørt nabo. Metoden er tilpasset bruk av spredningsmodeller.

En probabilistisk risikovurdering er karakterisert av to størrelser: sannsynligheten for en hendelse, og konsekvensen av hendelsen når den inntreffer. Disse multipliseres sammen og produktet blir et numerisk uttrykk for risikoen. I KVALUR-metoden normaliserer vi denne størrelsen mot avstanden til nabo.

## Sannsynlighet

Sannsynligheten kan angis kvantitativt som forventet frekvens og varighet, f.eks. som andel av timene per år. Da lukt beregnes på timebasis, er minste enhet 1 time, slik at det for hver gang en hendelse inntreffer, regnes en [hendelsestimer](#). Innenfor en hendelsestimer benyttes den største minuttvise luktemisjonen. Så lenge det er en sannsynlighet for at en hendelse vil skje, må sannsynligheten naturlig nok settes større enn null.

sannsynlighet (P) = antall hendelsestimer ( $t_y$ ) per år / 8760 timer per år

$$P = \frac{t_y}{8760}$$

Antall hendelsestimer per år kan godt være mindre enn 1, dersom hendelsen inntreffer sjelden. Ved sesongvariasjoner kan sannsynligheten for en hendelse godt angis sesongvis.

I spredningsberegninger i forhold til lukt beregnes gjerne [maksimal månedlig 99% timepersentil](#). For å tilnærme dette korrigeres sannsynligheten for en hendelse, slik at en hendelse som skjer mer enn 1 % av tiden anses som kontinuerlig. Dette gjøres ved at den korrigerte sannsynligheten ( $P_{korr}$ ) settes 100 ganger større enn P, og dersom  $P_{korr}$  blir større enn 1, settes den lik 1.

$$P_{korr} = 100P$$

$$P_{korr} > 1 \Rightarrow P_{korr} = 1$$

## Konsekvens

Konsekvensen i forhold til lukt, kan normalt angis som hvor mange som vil bli berørt, eller i hvilken avstand en kan forvente å kjenne lukt.

Identifikasjon av beliggenhet og avstand til eventuelle berørte naboer og områder er derfor nødvendig, slik at estimerte konsekvenser kan ses i forhold til dette.

Spesielle forhold, som kan påvirke konsekvensen, er viktig å få identifisert. Dette er gjerne forhold knyttet til meteorologi og topografi, slik som inversjonseffekter og kanaliseringseffekter. Lukt har en tendens til å «renne» nedover i terrenget ved lite vind i kaldt vær og det kan være relevant å ta hensyn til dette i en risikovurdering.

Avstanden det kan forventes lukt kan estimeres ved:

- Erfaringsdata ved bruk av driftspersonell og/eller naboer
- Målinger eller estimerer av luktemisjon og en forenklet spredningsberegning

Konsekvensen kan angis kvantitativt som [influensområdet](#) for hendelsen og den kan være vurdert utfra erfaring. En hendelse som kan luktes en km unna, gis da et influensområde på 1 km. Alternativt kan luktemisjonen ved hendelsen/prosessen estimeres og influensområdet beregnes, f.eks. gjennom en forenklet eller avansert spredningsmodell. Kriteriet for influensområde bør uansett ligge nærmest mulig opptil krav som stilles i en eventuell utslippstillatelse.

Dersom luktemisjonen er kjent, enten den er målt eller beregnet, kan konsekvensen (K) fra

bakkenære kilder anslås utfra følgende uttrykk:

$$K=1,8Q^{0,65}$$

der Q er luktemisjonen angitt som luktenheter per sekund (ou/s), og K angir influensområdet i meter.<sup>3)</sup>

## Luktrisiko

Luktrisiko er en funksjon av sannsynlighet og konsekvens. Dersom både sannsynlighet (frekvens) og konsekvens (influensområde) er kvantifisert kan risikoen gis et tall, f.eks. ved at

risiko = sannsynlighet x konsekvens = frekvens x influensområde

Mange aktiviteter skjer på forskjellige steder på et anlegg og avstand til nærmeste berørte nabo kan variere og når maksimal månedlig 99% timefraktil legges til grunn for vurdering av lukt, vil 7 hendelsestimer i løpet av en måned kunne gi uønsket utslag. Det kan derfor være hensiktsmessig å foreta en form for vekting i forhold til dette. Indeksen for luktrisiko (I) kan derfor angis som:

$$I = \frac{P_{\text{kor}} K}{d_{\text{nabo}}}$$

der  $P_{\text{kor}}$  er korrigert sannsynlighet, K er influensområdet i meter og  $d_{\text{nabo}}$  er avstand til nærmeste berørte nabo i meter.

Den beregnede KVALUR-indeksen kan deretter tolkes slik:

**$I \geq 1$ : Indeks større enn eller lik 1**

Stor risiko for at hendelsen vil medføre lukt hos nærmeste berørte nabo. Ikke akseptabelt. Må vurderes med hensyn til risikoreduserende tiltak.

**$0,5 \leq I < 1$ : Indeks større enn eller lik 0,5 og mindre enn 1**

Middels til stor risiko for lukt hos nærmeste berørte nabo. Kan være til hinder for at aktiviteten bør gjennomføres, og risikoreduserende tiltak må vurderes.

**$0,1 \leq I < 0,5$ : Indeks større enn eller lik 0,1 og mindre enn 0,5**

Liten til middels risiko for lukt hos nærmeste berørte nabo. Er ikke til hinder for at aktiviteten kan gjennomføres, men risikoreduserende tiltak bør vurderes.

$I < 0,1$ : Indeks mindre enn 0,1

Liten risiko for lukt hos nærmeste berørte nabo, ved at lukthendelsen enten inntreffer såpass sjelden at det må anses som tilforlatelig, eller hendelsen avgir så lite lukt at ingen blir berørt. Aksepteres. Risikoreduserende tiltak kan vurderes.

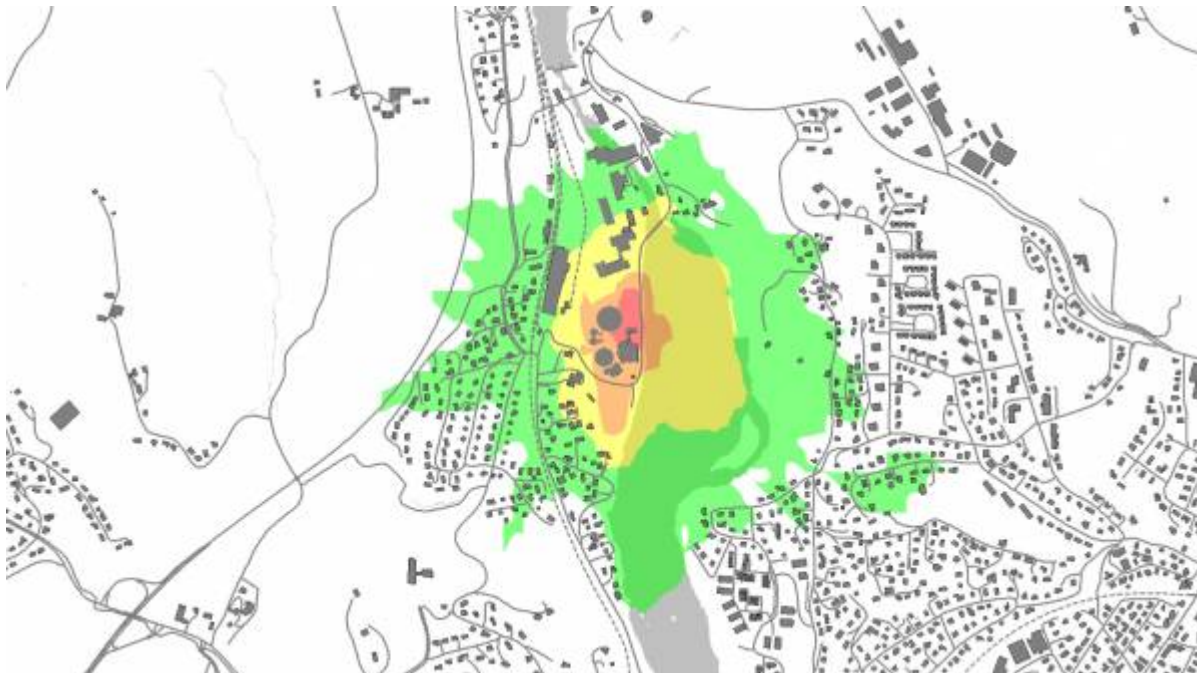
## Spredningsberegninger

Flere spredningsmodeller kan benyttes med tanke på lukt. En modell, som generelt er godt egnet ved norske forhold er **CALPUFF**, men også **AERMOD** og noen andre modeller benyttes endel. Det viktige er å være klar over den enkelte modells begrensninger. **AERMOD** er f.eks. svært godt egnet ved utslipp fra skorstein i de situasjoner der omgivelsene ligger lavere i terrenget enn utslipshøyden, mens **CALPUFF** er bedre egnet for mer komplekse situasjoner grunnet terreng, og overgang mellom sjø og land, stagnasjonseffekter, inversjon og perioder med svært lite vind håndteres bedre, samt situasjoner med bakkenære kilder og der omkringliggende terreng ligger høyere enn kildene.

Prinsippet for beregning av luktrisiko blir da å beregne lukttimer, altså andel timer med timemiddel  $\geq 1 \text{ ou/m}^3$ . Vurdert luktrisiko kan da angis som følger:

| % andel av timene | Luktrisiko        |
|-------------------|-------------------|
| $\geq 1$          | Stor              |
| 0,5-1             | Middels til stor  |
| 0,1-0,5           | Liten til middels |
| 0,01-0,1          | Liten             |
| $\leq 0,01$       | Svært liten       |

Under er et eksempel på en beregning av luktrisiko gjort på denne måten. For hvert punkt i kartet vil fargen si noe om sannsynligheten for tydelig lukt i løpet av en vilkårlig time i året. Beregningen kan gjøres for enkelthendelser, enkeltprosesser og som sum av flere. Denne type beregninger gjør det også mulig å beregne årlig samlet luktrisiko for kilder som varierer endel over tid, f.eks. over en uke eller mellom sesonger, evt. som kun er aktive et begrenset tidsrom i døgnet. Det er ved dypere analyser også mulig å se nærmere på ved hvilke meteorologiske forhold det er størst risiko for spredning av lukt, og ved oppbygging av en enkel prediktiv modell kan dette benyttes i kombinasjon med data fra f.eks. en værstasjon eller en værprognose.

**Referanse til dette dokumentet:**

Ødegård, K.: «Metode for luktrisikovurdering»,

<https://journal.agendus.no/doku.php/codex/luktrisikovurdering>

1)

TA-3019/2013: Regulering av luktutslipp i tillatelser etter forurensningsloven

<https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/andre/regulering-av-luktutslipp/>

2)

 [Wikipedia: Probabilistic risk assessment](#)

3)

Uttrykket har fremkommet ved modellering av en bakkenær kilde i [OML](#).

From:

<https://journal.agendus.no/> - **journal agendus**

Permanent link:

<https://journal.agendus.no/doku.php/codex/luktrisikovurdering>

Last update: **2024-08-07 10:55**

