



Notat

OPPDRAG	Sluppenvegen 3, 5 og 7, Trondheim	DOKUMENTKODE	10227127-RIGm-NOT-003
EMNE	Risikoanalyse bygging på og ved deponi	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	R. Kjeldsberg AS	OPPDRAGSLEDER	Erling K. Ytterås
KONTAKTPERSON	Hege Tryggestad	UTARBEIDET AV	Øystein R. Berge
KOPI	Ida Fossen	ANSVARLIG ENHET	10234012 Miljørådgiving TRL

1 Formål

Dette dokumentet beskriver gjennomført risikoanalyse knyttet til bygging på og ved deponi. Analysen er utført i forbindelse med detaljregulering av Sluppenvegen 3, 5 og 7 i Trondheim.

2 Metode

Risikoanalysen er basert på bruk av risikomatriser. Metoden tar utgangspunkt i:

- Sannsynlighetsklasse (Tabell 1)
- Konsekvensklasse (Tabell 2)
- Risikomatrise (Tabell 3)

00	13.06.2025		Øystein R. Berge	Erling K. Ytterås	Erling K. Ytterås
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



Tabell 1 Kategorier for sannsynlighet.

Sannsynlighet	Beskrivelse
1. Usannsynlig	Sjeldnere enn 1 gang per 100 år
2. Lite sannsynlig	1 gang hvert 20-100 år
3. Mulig	1 gang hvert 5- 20 år
4. Sannsynlig	1 gang hvert 1- 5 år
5. Meget sannsynlig	Mer enn 1 gang i året

Tabell 2 Kategorier for konsekvens.

Konsekvens	Mennesker	Materiell
1. Svært liten konsekvens	Ingen personskade	Ubetydelige skader på materiell (<50 000 kroner)
2. Liten konsekvens	Småskader, ikke varig	Mindre skader på materiell (50 000 – 500 000 kroner)
3. Middels konsekvens	Alvorlig personskade	Betydelig skade på materiell (500 000 – 2 mill. kroner)
4. Stor konsekvens	Alvorlig personskade med mulig varig mén	Alvorlig skade på materiell (2 – 20 mill. kroner)
5. Svært stor konsekvens	Dødelig skade	Store materielle ødeleggelser (>20 mill. kroner)

Tabell 3 Risikomatrise.

Sannsynlighet	Konsekvens				
	1. Svært liten	2. Liten	3. Middels	4. Stor	5. Svært stor
5. Meget sannsynlig	Middels	Høy	Høy	Høy	Høy
4. Sannsynlig	Lav	Middels	Høy	Høy	Høy
3. Mulig	Lav	Middels	Middels	Høy	Høy
2. Lite sannsynlig	Lav	Lav	Middels	Middels	Høy
1. Usannsynlig	Lav	Lav	Lav	Lav	Middels

Lav (1-4)	Akseptabel risiko - avbøtende tiltak er ikke nødvendig, men bør iverksettes hvis det er enkle/lite kostbare tiltak. Må overvåkes for å unngå at risiko øker.
Middels (5-9)	Akseptabel risiko, men avbøtende tiltak bør vurderes.
Høy (10-25)	Uakseptabel risiko - avbøtende tiltak er nødvendig. Alternative løsninger utarbeides, risikoreduserende tiltak beskrives.



3 Gjennomføring av analyse

Første risikomøte ble gjennomført 24. februar 2025. Deltakere i dette møtet var:

- Hege Tryggestad, prosjektsjef tidligfase, R. Kjeldsberg AS
- Ida Fossen, prosjektsjef, R. Kjeldsberg AS
- Øystein Rønning Berge, senior miljøgeolog, Multiconsult Norge AS
- Erling K. Ytterås, senior miljøgeolog / seksjonsleder, Multiconsult Norge AS
- Bjørnar Hamstad, senior rådgiver konstruksjon / seksjonsleder, Multiconsult Norge AS
- Maj Gøril Bæverfjord, senior geotekniker / seksjonsleder, Dr. Techn. Olav Olsen AS
- Batur Bayani, senior rådgiver vann og avløp, Structor Trondheim AS

Referat fra risikomøtet er gitt i vedlegg 1.

Gjennomgang av identifiserte hendelser, konsekvenser og tiltak fra risikomøtet, med formål å analysere, og sette sannsynlighet og konsekvens iht. risikomatrix, ble gjennomført 28. april 2025. Deltakere var Hege Tryggestad, Ida Fossen, Øystein R. Berge og Erling K. Ytterås. Etter dette møtet har Multiconsult utført reinskiving og mindre rettinger.

I matrisen er det skilt mellom farer/aktivitet som i hovedsak påvirker bygg og brukere i bygg som er markert med «B», og på det som skjer utendørs som er markert med «U».

Matrisen er gitt i sin helhet i vedlegg 2 til dette dokumentet.

Oppsummering av vurdert restrisiko etter foreslåtte tiltak, hentet fra matrisen, er vist i Tabell 4.

Tabell 4 Matrise for restrisiko, jfr. vedlegg 2.

Sannsynlighet	Konsekvens				
	1. Svært liten	2. Liten	3. Middels	4. Stor	5. Svært stor
5. Meget sannsynlig					
4. Sannsynlig					
3. Mulig		U9			
2. Lite sannsynlig	B13	B5, B10, B11, B12, B15, U1, U3, U4, U5, U7, U8, U10, U11			
1. Usannsynlig	B9, B14	B1, B2, B6, B7, B8, U6, U12	B4	B3, B16, U2	U5



4 Videre arbeid

Risikoforebyggende tiltak må følges opp i alle faser av prosjektet, det vil si regulering, prosjektering, bygging og drift.

Foreliggende risikoanalyse omfatter ikke risiko knyttet til selve byggingen, med f.eks. risiko for arbeidere ved graving på området. En egen risikogjennomgang for SHA (sikkerhet, helse, arbeidsmiljø) må gjøres i prosjekteringsfasen.

5 Vedlegg

Vedlegg 1 Referat risikoanalyse deponi

Vedlegg 2 Risikoregister for bygging på og ved deponi



Regulering Sluppenvegen 3, 5 og 7 Trondheim – Risikoanalyse deponi

Dato: 24.02.2025

Deltakere:

Hege Tryggestad, Kjeldsberg

Ida Fossen, Kjeldsberg

Maj Gøril Bæverfjord, Dr.techn. Olav Olsen (RIG)

Batur Bayani, Structor (RIVA)

Bjørnar Hamstad, Multiconsult (RIB)

Erling K. Ytterås, Multiconsult (RIGm)

Øystein R. Berge, Multiconsult (RIGm)

Referent: Øystein R. Berge

Versjon: 00, 03.04.2025



Bygg

Hendelse	Konsekvens / Risikoanalyse	Tiltak
Setninger på bygg	Sprekk og riss, brudd/lekkasjer	Bygg på deponi peles til fjell Peler dimensjoneres mhp. påheng Kun plasstøpt betong (ikke prefabrikerte elementer)
Horisontale bevegelser som følge av store setninger	Skade på bygg og system	Bygg: Ikke sette peler på skrå – kun vertikale peler
Setninger	Økt innsig av deponigass pga. sprekker i gulv og vegger	Flere barrierer Byggeteknikk – fundamentering og plasstøpt betong, betongtype, tykk betong Utforming av bygg: ikke følsom bruk på nederste plan eller under bakken, alle rørrinnføringer i rom/areal uten varig opphold, ventilasjon av rom, hindre spredning oppover i etasjene Membran under dekke og utpå vegger. Membran legges over bunnplate for å sikre levetiden Tetting av gjennomføringer og kabler (utside) Spredningsnett av rør i mellomstjikt mellom bunnplate og gulv (redusere gjennomføringer ut mot deponi) Oppheng av gassrør Glideskjøter på rør inn i bygg

Hendelse	Konsekvens / Risikoanalyse	Tiltak
Gassoppbygging under bygg	Høye konsentrasjoner Gass trenger inn via sprekker etc.	Grunnventilering under/rundt bygg Utforming av bunnplater, unngå innvendig hjørner Konveks form på bunnplate (underkant med lavbrekk på midten) Avskjærende grunnventilering, bruk av spunt langs bygg til å styre deponigass vertikalt Åpne masser rundt bygg
Endring over tid	Tiltak fungerer ikke iht. hensikt	Kontinuerlig overvåking i relevante punkt Kontrollmålinger Planlegge for behov for utbedring av tiltak
Nye eiere av bygg	System blir ikke ivaretatt som forutsatt	Eierstruktur for å sikre drift og vedlikehold av system Tinglyst informasjon Passive robuste tiltak
Senking av grunnvann	Økte setninger Økt produksjon av deponigass	Dimensjonere barrierer mhp. dette Tett oppfølging under utførelse Hensynta at dette er store robuste bygg, ikke mindre bygg (forskjell mellom prosjekt)
Økning av grunnvann	Gasdrenering blir vannmettet	Hensynta endringer ved prosjektering av løsninger
Uro ved bruk av bygg som er bygget på deponi	Sykdom	Informasjon til kjøpere/brukere Utvidet garanti Erklæring om at bygget står på deponi (heftelse) Registrering i Miljødirektoratets grunnforurensningsdatabasen

Hendelse	Konsekvens / Risikoanalyse	Tiltak
Peling gir vertikal grunnvannsbevegelse	Økt sigevannsspredning	Lite trolig at det i realiteten er et problem Valg av pel som påvirker masser omkring minst mulig (f.eks. H-profil)
Fredlybekken – rekkefølge. Situasjon 1: Fredlybekken først	Tiltak i Fredlybekken-arealet gir økt gassomsetning, og potensielt økte setninger også i tilgrensende arealer	Setningsmålinger
Aktiv gassdrenering på Lysgården stopper	Endret gasstrømning ellers på området	Vurdere påvirkning av denne Ikke planlegge med bruk av aktive system
VA-ledninger over deponimasser får setninger	Brudd på ledning/endret fall	Legge pukpute for å jevne ut setninger Rørlengder uten skjøter Større fall enn normalt/minimum Vurdere peleløsning/broløsning dersom det forventes store setninger
Boligdel i sørvest – 2 kjellerplan utenfor deponi	Spredning av gass utenfor deponiet	Spunt mellom kjeller og deponi Membran eller leire på innsiden av spunten, inkl. ventilering av spunt
Driftsperioden	Levetid Terrenginngrep / skade på tiltak (i og utenfor bygg)	Synliggjøre levetid for materialer Register i gravemeldingstjenesten / sjekklister Grunnforurensningsdatabasen Trondheim kommunes aktsomhetskart VA-kart Legge dokumentasjon på Byarkivet Samle all dokumentasjon for gassikring i et dokument/mappe



Hendelse	Konsekvens / Risikoanalyse	Tiltak
Tiltak ikke utført som prosjektert	Økt innsig av deponigass System fungerer ikke	Ansvarsbelegges utførelse iht. PBL Kontroll utførelse iht. PBL av tiltak av kompetent personell
Drensledninger koblet sammen med overvann	Gass/lukt fra sluk utomhus	Vannlås på overvannssystem



Utomhus

Hendelse	Konsekvens	Tiltak
Setninger	Brudd på ledninger og kabler	Fundamentvalg Materialvalg Føre all infrastruktur inn mot bygg fra side uten deponi (der det er mulig) Økt fall på ledninger Bruk erfaring fra tidligere liknende prosjekt (Lysgården)
Inntrengning av deponigass i VA-nett	Spredning av deponigass	Materialvalg Ventilering av kummer Vannlåser Valg av trasé (legge ledninger utom deponi)
Åpne masser i grøfter	Spredning av deponigass ut fra deponiet	Tetting av grøfter inkl. ventilering av tettinger
Kort avstand til deponi for infrastruktur som etableres	Økt spredning av deponigass	Etablere egen tettemembran
Setninger	Endring av terreng	Bruk av materialer som kan justeres mhp. setninger i terreng (f.eks. belegningsstein) Forbelastning for å ta ut setninger utomhus
Arbeid som endrer gasstrømmer, grunnvannsnivå osv.	Økt gassproduksjon, økt setninger	Påvirkning på naboer vurderes Gjøres tiltak for å redusere endringer



Multiconsult

Påvirkning ved opphold utomhus	Eksponering fører til sykdom og uhell	Vurdert å være trygt i forbindelse med åpning av Fredlybekken i området
Horisontale bevegelser som følge av store setninger	Skade på ledninger og system	Kummer og ledninger planlegges og utføres for å redusere risiko

Fare-, årsaks- og konsekvensidentifisering				Risikovurdering			Spesifikke tiltak og restrisiko				
ID nr.	Fare/aktivitet * Identifiser aktiviteter og farer aktuelle for analyseobjekt/prosjektet.	Uønsket hendelse * Beskriv hver enkelt uønsket hendelse som kan oppstå knyttet til den enkelte fare/aktivitet.	Årsak Gå igjennom hendelsesforløpet til den uønskede hendelsen og beskriv hva som kan være årsak(er) til at en slik hendelse kan oppstå. Årsaken(e) til hendelsen henger sammen med sannsynligheten for at hendelsen kan oppstå.	Konsekvens Beskriv konsekvensen(e) av hendelsen	Vurdert sannsynlighet	Vurdert konsekvens	Vurdert risiko	Forslag til tiltak for å redusere sannsynlighet for og konsekvens av hendelsen*, dvs spesifikke (risikoreducerende) tiltak	Ny sannsynlighet	Ny konsekvens	Restrisiko*
B1	Deponigass fra avfall	Innsig av deponigass i bygg	Nedbryting og avgassing av deponert avfall	Innsig av deponigass som medfører eksplosjonsfare og/eller eksponering (helse/sikkerhetsrisiko)	2	5	10	Flere barrierer Byggetekniske tiltak: - Valg av fundamentering som hindrer setninger - Bruke plasstøpt betong, ikke prefabrikkert i bygningsdeler ned mot grunnen eller over kjeller - Valg av betongtype og -tykkelse (vann- og gass tett) - Membran under dekke og uten på grunnmur. Membran legges over bunnplate for å sikre levetiden - Tetting av gjennomføringer og kabler (utside) - Glideskjøter på rør inn i bygg - Spredningsnett av rør i mellomstikk mellom bunnplate og gulv (redusere gjennomføringer ut mot deponi) Utforming av bygg: - Ikke fælsom bruk på nederste plan eller under bakken - Alle rørrinnføringer i rom/areal uten varig opphold - Ventilasjon av alle små rom på nederste plan - Tiltak for å motvirke spredning til etasjene over (tetting omkring søyler, tetting av gjennomføringer og kanaler) Grunnventilering: - Gassdrenering under og omkring bygg Bygg på deponi peles til fjell Pelet dimensjoneres mhp. påheng	1	2	2
B2	Setninger på bygg	Sprekk og riss	Skjevsetninger på bygg og bygningsdeler, som følge av nedbrytning av avfall	Økt innsig av deponigass	3	2	6		1	2	2
B3	Horisontale bevegelser som følge av store setninger	Skade på bygg og system	Fyllingen er av en stor alder	Fare for bygg Kostnader for utbedring	2	5	10	Prosjektere for at deponiet "setter seg" Ikke sette peles på skrå – kun vertikale peles Grunnventilering under/rundt bygg Utforming av bunnplater, unngå innvendige hjørner / "gassklokker" under bygg Konveks form på bunnplate (underkant med lavbrekk på midten) Avskjærende grunnventilering, bruk av spunt langs bygg til å styre deponigass vertikalt Åpne masser rundt bygg Etablere stasjoner med kontinuerlig gassmåling Kontrollmålinger i en gitt periode etter ferdigstillelse Planlegg for behov for utbedring av tiltak Eierstruktur for å sikre drift og vedlikehold av system Tinglyst informasjon Passive robuste tiltak Erklæring som sikrer tilgang og tilsyn for offentlige myndigheter	1	4	4
B4	Hulrom under bygg	Gassoppbygging under bygg	Nedbryting av organisk materiale	Høye konsentrasjoner Økt sannsynlighet for inntrengning via sprekker etc.	4	3	12		1	3	3
B5	Endring over tid	Innsig av deponigass i bygg	Setninger, manglende oppfølging	Tiltak fungerer ikke iht. hensikt	3	3	9		2	2	4
B6	Nye eiere av bygg	System blir ikke ivarettatt som forutsatt	Salg av eiendom	Innsig av deponigass	2	2	4		1	2	2
B7	Endring av grunnvannstand	Senking av grunnvann	Senket grunnvannstand som følge av - tette flater - endringer oppstrøms og nedstrøms	Senking av grunnvann medfører at avfall som i dag er vannmettet vil nedbrytes raskere og gi - økte setninger - økt produksjon av deponigass	2	3	6	Beregne maksimale setninger og dimensjonere barrierer mhp. dette Tett oppfølging under utførelse Hensynta at dette er store robuste bygg, ikke mindre bygg (forskjell mellom prosjekt)	1	2	2
B8	Endring av grunnvannstand	Økning av grunnvann	Grunnarbeider og at det etableres barriere som medfører økt grunnvannsnivå	Gassdrenering blir vannmettet og fungerer ikke iht. hensikt	2	3	6	Hensynta økt grunnvannstand ved prosjektering av løsninger	1	2	2
B9	Peling av bygg til fjell	Peling gir vertikal grunnvannsbevegelse	Behov for peling mhp. bygging på deponi	Økt sigevannspredning	2	2	4	Vurderes som lite realistisk Valg av pel som påvirker masser omkring minst mulig (f.eks. H-profil)	1	1	1
B10	Buk av bygg som er bygget på deponi	Usikkerhet og bekymring	Erfaring og medieoppslag fra f.eks. Brånås	Sykdom hos personer Redusert verdi av eiendom	3	3	9	Informasjon til kjøpere/brukere Utvidet garanti Erklæring om at bygget står på deponi (heftelse) Registrering i Miljødirektoratets grunnforurensningsdatabasen Erklæring som sikrer tilgang og tilsyn for offentlige myndigheter	2	2	4
B11	Fredlybekken – rekkefølge. Situasjon 1: Fredlybekken først	Tiltak i Fredlybekken-areale gir økt gassomsetning, og potensielt økte setninger også i tilgrensende arealer	Tilføres mer luft og endring av vannbalanse	Økt gassomsetning Potensielt økte setninger også i tilgrensende arealer Vanskeligere å få etablert tiltak mhp. deponigass for Kjeldsberg	3	3	9	Setningsoppfølging Forholdet hensyntas i prosjekteringen Tett dialog mellom Kjeldsberg og kommunen	2	2	4
B12	Fredlybekken – rekkefølge. Situasjon 2: Kjeldsberg først	Skade på etablerte tiltak fra åpning av bekken	Grunnarbeid	Økt gassomsetning og spredning for Fredlybekken	3	2	6	Setningsoppfølging Forholdet hensyntas i prosjekteringen Tett dialog mellom Kjeldsberg og kommunen	2	2	4
B13	Aktiv gassdrenering på Lysgården stopper	Endring av dagens situasjon	Er i dag aktivt sug på Lysgården	Endret gasstrømning ellers på området	2	2	4	Vurderer påvirkning av denne Ikke planlegge med bruk av aktive system	2	1	2
B14	Boligdel i sørvest – 2 kjellerplan utenfor deponi	Spredning av gass utenfor deponiet	Hensyntar ikke nærhet til deponi	Innsig av deponigass	2	2	4	Spunt mellom kjeller og deponi Membran eller leire på innsiden av spunten, inkl. ventilering av spunt Tilpassede tiltak på bygg Synliggjøre levetid for materialer Valg av materialer Bygget metode som muliggjør utbedringer	1	1	1
B15	Tidsperspektiv	Begrenset levetid på materialer ifht. gassproblematikk	Ukjent hvor lenge problematik rundt deponigass er reell, kanskje >50 år	System og barrierer fungerer ikke i byggets levetid	3	3	9	Flere barrierer Tett oppfølging av prosjektering og utførelse Ansvarsbelegges utførelse iht. PBL Kontroll utførelse iht. PBL av tiltak av kompetent personell Tilsyn fra kommunen Fundamentvalg Materialvalg Føre all infrastruktur inn mot bygg fra side uten deponi Bruk erfaring fra tidligere liknende prosjekt (Lysgården, Nidarvoll) Legge pukkpute for å jevne ut setninger Rørlegder uten skjøter Større fall enn normalt/minimum Vurderer peleløsning/broløsning dersom det forventes store setninger	2	2	4
B16	Tiltak ikke utført som prosjektert	Prosjekterte løsninger ikke utført som planlagt i utførelse	Manglende forståelse Spare penger	Økt innsig av deponigass System fungerer ikke	4	5	20		1	4	4
U1	Setninger på ledninger og kabler	Brudd på ledninger og kabler	Nedbryting av organisk materiale	Skade på materiell	4	3	12		2	2	4
U2	Horisontale bevegelser som følge av store setninger	Skade på ledninger og system	Nedbryting av organisk materiale og setninger	Høye kostnader for utbedring og at anlegg ikke fungerer som tenkt	2	4	8	Kummer og ledninger planlegges og utføres for å redusere risiko	1	4	4
U3	Driftsperioden	Terrengingrep / skade på tiltak (i og utenfor bygg)	Vil være behov for grunnarbeid på området også i fremtiden	System mhp. deponigass fungerer ikke iht. hensikten	3	3	9	Register i gravemeldingstjenesten / sjekklister Grunnforurensningsdatabasen Trondheim kommunes aktsomhetskart VA-kart Legge dokumentasjon på Byarkivet Samle all dokumentasjon for gassikring i et dokument/mappe Flere barrierer Overvåking og tilsyn Erklæring som sikrer tilgang og tilsyn for offentlige myndigheter Materialvalg	2	2	4
U4	Inntrengning av deponigass i VA-nett	Spredning av deponigass	Utettheter i ledninger og kummer	Økt problem ifht. i dag	3	3	9	Ventilering av kummer Vannlåser Valg av trasé (legg ledninger utom deponi) Merking i kart og på kummer Prosedyrer for å entre kummer	2	2	4
U5	Inntrengning av deponigass i kummer	Kvelningsfare	Metan og andre deponigasser fortrenger oksygen	Dødsfall Eksplosjonsfare	4	5	20	Vannlås på overannssystem	1	5	5
U6	Drensledninger koblet sammen med overvann	Gass/luft fra sluk utomhus	Drensledninger koblet sammen med overvann	Ubehag	4	2	8	Tetting av grøfter inkl. ventilering av tettinger	1	2	2
U7	Åpne masser i grøfter	Spredning av deponigass ut fra deponiet	Åpne masser kan medføre nye spredningsveier Behov for f.eks. fall osv. Medfører begrenset overdekning	Økt problem ifht. i dag på andre bygg og områder	5	3	15	Etablere egen tettemembran Plassere infrastruktur mhp. deponiet	2	2	4
U8	Kort avstand til deponi for infrastruktur som etableres	Økt spredning av deponigass	Økt problem ifht. i dag	Økt problem ifht. i dag	4	2	8	Bruk av materialer som kan justeres mhp. setninger i terreng (f.eks. beleggsstein) Forbelastning for å ta ut setninger utomhus	3	2	6
U9	Setninger på terrengoverflate	Endring av terreng	Nedbryting av organisk materiale	Ujevne i terreng Manglende universell utforming Høye kostnader ved vedlikehold	5	3	15	Påvirkning på naboer vurderes Gjøres tiltak for å forebygge endringer	2	2	4
U10	Påvirkning av tredjepart	Endrer gasstrømmer, grunnvannsnivå osv.	Grunnarbeid ved bygging	Økt gassproduksjon, økt setninger	3	3	9	Bygg og konstruksjoner utføres slik at grunnvannet påvirkes minst mulig System for å overvåke situasjonen	2	2	4
U11	Endring av grunnvannstand	Senking av grunnvann nedstrøms	Ny bygg og konstruksjoner reduserer tilførselen av grunnvann	Økte setninger Økt produksjon av deponigass	3	3	9		2	2	4
U12	Deponigass fra grunnen	Eksponering ved bruk av utearealer	Nedbryting av organisk materiale og avdampning fra avfall	Sykdom og uhell	1	2	2	Vurdert å være trygt i forbindelse med åpning av Fredlybekken i området	1	2	2

* Informasjonen i stjernemerkede kolonner anbefales overført til restrisikoreport og SHA-planen.