



Avinor AS

# Opprydning av PFAS-forurenset grunn

Gammelt brannøvingsfelt (BØF1), Kristiansand lufthavn

Miljørisikovurdering og avbøtende tiltak

Oppdragsnr.: 5205614 Dokumentnr.: 10005886-188103-CN000-S-RA-0003 Revisjon: E04 Dato: 2026-03-19



**Oppdragsgiver:** Avinor AS  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Ijaz Ahmed  
**Rådgiver:** Norconsult Norge AS  
**Oppdragsleder:** Aina Marie Nordskog  
**Fagansvarlig:** Annelene Pengerud  
**Andre nøkkelpersoner:** Jørn Harald S. Andersen

*Forsidebilde: Område for gammelt brannøvingfelt (BØF1), Kristiansand lufthavn Kjevik (foto: Finn.no)*

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
A01	2026-01-28	For fagkontroll	Aina Marie Nordskog	Annelene Pengerud	
B02	2026-02-03	For kommentar hos oppdragsgiver	Aina Marie Nordskog	Annelene Pengerud	Aina Marie Nordskog
E03	2026-02-11	For bruk	Aina Marie Nordskog	Annelene Pengerud Jørn Harald S. Andersen	Aina Marie Nordskog
E04	2026-03-19	Revidert tegning, figur 2-6 Trase for overvannsledning	Aina Marie Nordskog	Annelene Pengerud	Aina Marie Nordskog

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## Sammendrag

Norconsult utarbeidet i 2023 en tiltaksplan på skissenivå for opprydning i PFAS-forurensning ved de nedlagte brannøvingsfeltene (BØF1 og BØF2) ved Kristiansand lufthavn Kjevik.

I tiltaksplanen ble det foreslått et primærtiltak med tildekking av masser ved gammelt brannøvingsfelt (BØF1), kombinert med sekundærtiltak rensing av grunnvann. For det sist nedlagte brannøvingsfeltet (BØF2) ble det kun foreslått ett tiltak med rensing av grunnvann. Det er en forutsetning for sekundærtiltak ved BØF1 at rensing av grunnvann gjennomføres ved BØF2.

Med bakgrunn i tiltaksplanen fra 2023 og tilleggsvurderinger utarbeidet i 2025, påla Miljødirektoratet 6. oktober 2025 Avinor å gjennomføre tiltak i PFAS-forurensset grunn ved Kristiansand lufthavn. I pålegget ble det stilt krav om at tiltakene skal utføres som beskrevet i tiltaksplanen og tilleggsvurderingene, og i tråd med vilkår gitt i pålegget. Frist for gjennomføring av tiltakene ble satt til 31. desember 2026.

Det er i pålegget også stilt krav om at det utarbeides en miljørisikovurdering og plan for avbøtende tiltak for de enkelte tiltakene (påleggets krav 5 og krav 11.2). I denne rapporten presenteres miljørisikovurderingen av tiltak med tildekking av PFAS-forurensede masser ved gammelt brannøvingsfelt (BØF1). Det er også utarbeidet plan for avbøtende tiltak. Det er utført to separate risikoanalyser, en som gjelder for *anleggsfasen* og en som gjelder for den *permanente fasen* - se fasebeskrivelsen nedenfor.

### Anleggsfasen

Anleggsfasen består av ulike aktiviteter som varierer i varighet, og kan grovt deles inn i tre deler:

Fase 1: Forberedende fase, ca. 3 uker

Fase 2: Tildekkingsfase, ca. 2 måneder

Fase 3: Avslutningsfase, med nedrigging og demobilisering, ca. 2 uker

Totalt 22 hendelser er risikovurdert for anleggsfasen. Av disse er ingen hendelser gradert med høyt (rødt) risikonivå (ytterligere risiko- og sårbarhetsreduserende tiltak er helt nødvendig), 7 hendelser er gradert til middels (gult) risikonivå (ytterligere risiko- og sårbarhetsreduserende tiltak skal vurderes), og de øvrige hendelsene har lav (grønn) risiko der ytterligere tiltak skal tilstrebes dersom det ikke medfører urimelig ulempe (ALARP-prinsippet - dvs. keeping risk As Low As Reasonably Practicable).

Gitt at de identifiserte risiko- og sårbarhetsreduserende tiltakene implementeres i gjennomføringen, blir risikoen redusert. Det er vurdert at 17 hendelser vil få lav (grønn) risiko og 5 vil få middels (gult) risiko. Sistnevnte innebærer at aktiv risikostyring er nødvendig i gjennomføringen.

Entreprenøren skal utarbeide en beredskapsplan som omhandler lekkasjer fra sine aktiviteter f.eks. kjøretøy og annet anleggsutstyr. Entreprenørens beredskapsplan skal ha et klart definert grensesnitt mot Avinors beredskapsplan for prosjektet og lufthavnens beredskapsplan.

### Permanent fase

Permanent fase omfatter fasen etter at tildekkingen er etablert, og hele tiltakets levetid.

Tildekking er en løsning som medfører behov for overvåkning, vedlikehold og oppfølging i all fremtid, da dette er tenkt å være en permanent løsning.

I vurderingene i tiltaksplanen er det lagt til grunn 100 års «levetid» for løsningen, men det vil være usikkerhet knyttet til denne. Tildekking vil gi begrensinger på etterbruken av det aktuelle området. Det vil ikke kunne etableres bygninger eller annen infrastruktur på området som medfører inngrep og mulig brudd i membran.

Totalt 9 hendelser er risikovurdert for den permanente fasen. Av disse er ingen hendelser gradert til høyt (rødt) risikonivå (ytterligere risiko- og sårbarhetsreduserende tiltak er nødvendig), og 1 hendelse er gradert til middels (gult) risikonivå (ytterligere risiko- og sårbarhetsreduserende tiltak skal vurderes), og de øvrige hendelsene har lav (grønn) risiko der ytterligere tiltak skal tilstrebes dersom det ikke medfører urimelig ulempe.

Gitt at de identifiserte risiko- og sårbarhetsreduserende tiltakene implementeres i gjennomføringen, er det vurdert at alle 9 hendelser vil få lav (grønn) risiko.

Miljøriskovurderingen vil være et levende dokument gjennom prosjektets ulike faser, og dokumentet skal oppdateres ved overgang til nye faser (fra prosjektering, til oppstart av tiltak, og underveis i tiltaket) dersom det er endringer eller avdekkes forhold under gjennomføringen som tilsier behov for dette.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Planlagt tiltak</b>	<b>8</b>
2.1	Tildekking av forurensede masser	8
2.2	Anleggsgjennomføring	12
2.3	Permanent fase	15
<b>3</b>	<b>Miljøriskovurdering</b>	<b>16</b>
3.1	Metode	16
3.2	Identifikasjon av farer og uønskede hendelser	17
3.3	Risikoanalyse	17
<b>4</b>	<b>Plan for avbøtende tiltak</b>	<b>18</b>
4.1	Avbøtende tiltak – anleggsfase	18
4.2	Avbøtende tiltak – permanent fase	19
4.3	Tilrådning om beredskap	20
<b>5</b>	<b>Referanser</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>Vedlegg</b>	<b>22</b>

# 1 Bakgrunn

I 2015 utarbeidet Norconsult en tiltaksplan på skissenivå for opprydding i PFAS-forurensset grunn ved de nedlagte brannøvingsfeltene (BØF1 og BØF2) ved Kristiansand lufthavn Kjevik [1]. Tiltaksplanen ble utarbeidet basert på krav i pålegg fra Miljødirektoratet datert 17. juli 2014 [2].

Avinor har de senere år lagt ned betydelige ressurser for å fremskaffe økt kunnskap om PFAS-forurensning ved sine lufthavner, samt oppdatert kunnskap om aktuelle tiltaksmetoder og kostnader knyttet til disse. Med bakgrunn i erfaringene som er bygget opp gjennom dette arbeidet, samt pålegg gitt til andre lufthavner, utarbeidet Norconsult i 2023 en revidert tiltaksplan for de nedlagte brannøvingsfeltene ved lufthavnen (BØF1 og BØF2) [3].

Det ble både i tiltaksplanen fra 2015 og i den reviderte tiltaksplanen fra 2023 foreslått tildekking av forurensede masser ved det eldste brannøvingsfeltet (BØF1). I den reviderte tiltaksplanen ble det for BØF1 foreslått en kombinasjon av følgende tiltak:

1. Et *primærtiltak* med tildekking av masser i umettet sone innenfor et areal på om lag 11 100 m<sup>2</sup>.
2. Et *sekundærtiltak* med rensing av grunnvann for å håndtere spredning fra den forurensningen som i dag ligger i mettet sone.

Det foreslåtte primærtiltaket innebærer tildekking av et totalt areal på om lag 11 100 m<sup>2</sup> og et volum masser i umettet sone på om lag 125 300 m<sup>3</sup>. Et slikt tiltak vil bidra til at om lag 80% av kjent mengde PFAS ved lokaliteten immobiliseres (21,5 kg av totalt 26,9 kg).

Det foreslåtte primærtiltaket vil medføre at en mengde PFAS på om lag 5,4 kg ikke omfattes av tiltak, og dette vil da være en mengde som vil bidra til en fremtidig spredning av PFAS fra lokaliteten etter gjennomført tildekking. Denne mengden fordeler seg på PFAS som ligger i umettet sone utenfor tildekket areal (3,4 kg), samt PFAS i mettet sone utenfor og innenfor tildekket areal (2 kg). Det understrekes her at det er store usikkerheter knyttet til fordeling av forurensning i dypet og beregnede mengder, noe som også innebærer at mengdene i mettet sone kan være enten lavere eller høyere enn det som er lagt til grunn i tiltaksvurderingene.

Ved sist nedlagt brannøvingsfelt (BØF2) ble det i tiltaksplanen foreslått et tiltak med rensing av grunnvann som eneste tiltak. Det er en forutsetning for sekundærtiltak ved BØF1 at rensing av grunnvann gjennomføres ved BØF2.

Med bakgrunn i revidert tiltaksplan utarbeidet i 2023 [3] og tilleggsvurderinger utarbeidet i 2025 [4], påla Miljødirektoratet 6. oktober 2025 Avinor å gjøre tiltak i PFAS-forurensset grunn ved Kristiansand lufthavn Kjevik. Det er i pålegget stilt krav om at tiltakene skal utføres som beskrevet i tiltaksplanen og tilleggsvurderinger til denne, og i tråd med vilkår gitt i pålegget. Frist for gjennomføring av tiltakene er i pålegget satt til 31. desember 2026 [5].

Denne rapporten omfatter miljørisikovurdering av det planlagte tiltaket med tildekking på BØF1, samt en plan for avbøtende tiltak basert på miljørisikovurderingen. Det er utført to separate risikoanalyser, en som gjelder for anleggsfasen og en som gjelder for den permanente fasen av tiltaket.

Det legges opp til at miljørisikovurderingen er et levende dokument gjennom prosjektets ulike faser, og at dokumentet oppdateres ved overgang til nye faser (fra prosjektering, til oppstart av tiltak, og underveis i tiltaket) dersom det er endringer eller avdekkes forhold under gjennomføringen som tilsier behov for dette.

For nærmere beskrivelse av den aktuelle lokaliteten og forurensningssituasjonen vises det til revidert tiltaksplan [3].

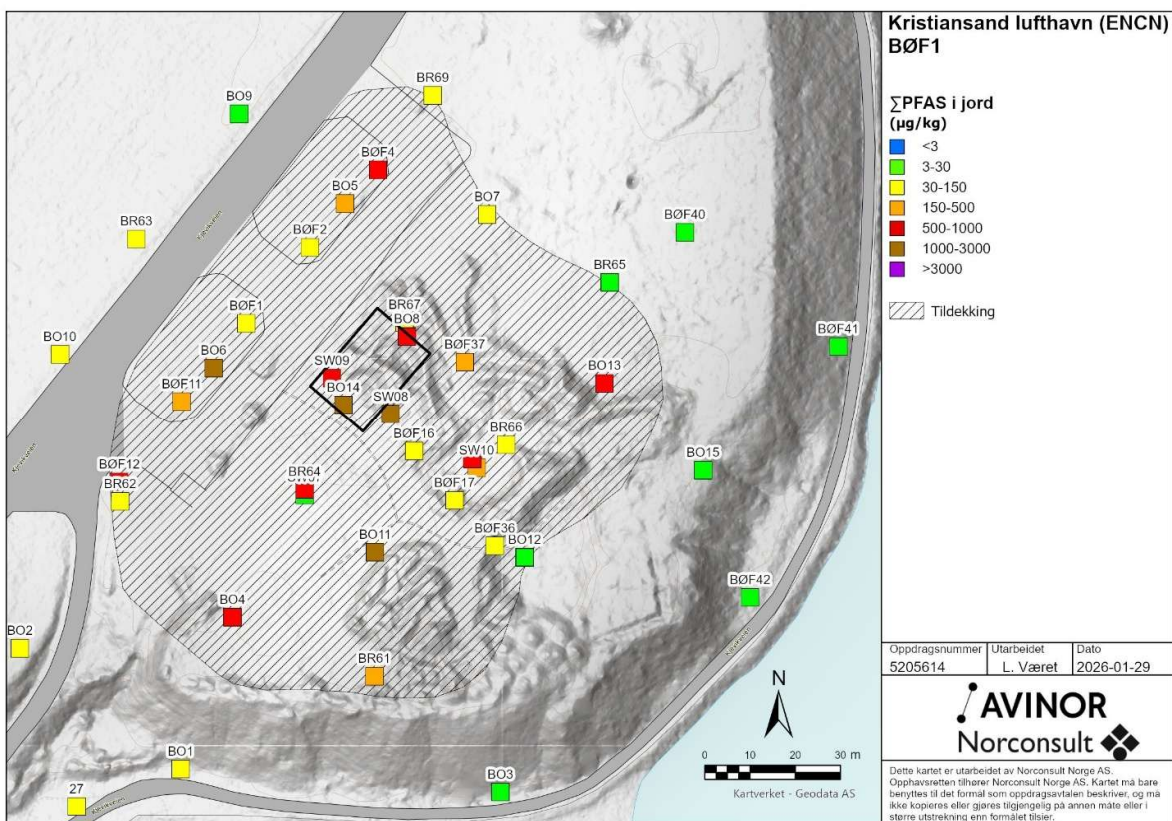
## 2 Planlagt tiltak

### 2.1 Tildekking av forurensede masser

#### Generelt

Formålet med en tildekking av forurensede masser er å forhindre infiltrasjon og vertikal transport av vann gjennom de forurensede massene, og dermed redusere sannsynlighet for utlekking til grunnvann og videre spredning av forurensning fra området. Arealet for tildekkings tiltaket ved BØF1 er på om lag 11 000 m<sup>2</sup> (Figur 2-1).

Tiltaksmetoden innebærer at massene i hovedsak forblir uforstyrret, noe som innebærer liten sannsynlighet for mobilisering og spredning av forurensning under anleggsarbeidene. Tildekkingen etableres som et permanent tiltak og vil i liten grad kreve kontinuerlig drift og vedlikehold, med unntak av noe oppfølging og overvåkning i permanent fase. Oppfølging og overvåkning av tiltaket vil kunne avdekke eventuelle behov for vedlikehold dersom dette oppstår.



Figur 2-1: Undersøkte punkter og område for tildekking av forurensede masser ved gammelt brannøvningsfelt (BØF1). Prøvepunkter er symbolisert etter høyeste påviste konsentrasjon av ΣPFAS i hvert punkt, uavhengig av dyp.

### **Klargjøring av området**

Før anleggsarbeider kan starte må området klargjøres for etablering av tildekkingsløsningen og utlegging av membran. Klargjøring av området omfatter blant annet:

- Fjerning av trær og vegetasjonsdekke (øvre minimum 20 cm av løsmassene med vegetasjon og røtter)
- Fjerning av brønnrør som kommer i konflikt med tildekkingsarealet
- Planering av området, for å oppnå jevnt fall og tilstrekkelig stabilitet
- Betongkonstruksjoner og betongrester grovknuses for utlegging under beskyttende lag under membran

Før tildekkingen etableres, planeres området for å oppnå jevnt fall og tilstrekkelig stabilitet. Dette bidrar til å hindre vannsamlinger, som ved frysing kan skade membranen. For å oppnå riktig fall på området som skal tildekkes er det et underskudd av masser. I tillegg til å planere ut masser som er fylt ut på området over tid, vil også tyngre rivematerialer som betong og asfalt knuses opp og benyttes til oppfylling.

Vegetasjonsdekke fjernes før etablering av tildekkingen på området for å forhindre at gjenværende frøbank skal kunne spire og vokse opp gjennom membran og perforere denne.

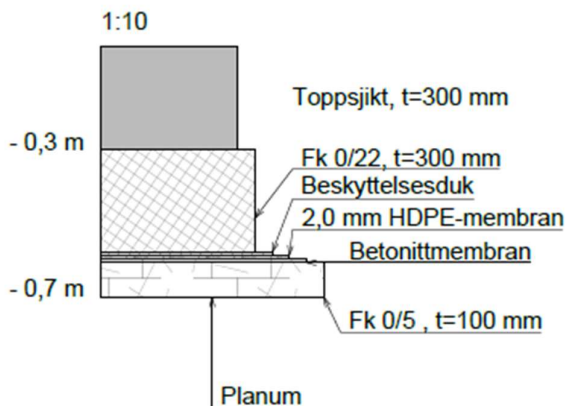
### **Materialoppbygging for tildekkingen**

Tildekkingsløsningen har en total tykkelse på 0,7 meter. Den består av drenerende og bæredyktige masser. Materialoppbyggingen er valgt for å:

- Beskytte HDPE-membranen mot mekanisk skade
- Tilstrekkelig bæreevne for maskinell drift og vedlikehold
- Hindre at overdekningen eroderer

Løsningen legger også til rette for etablering av skjøtsel av grasbakke med tyngre kjøretøy, samtidig som den reduserer risiko for etablering av større vegetasjon (trær) med røtter som kan skade membranen. Inndeling av oppbyggingen er vist i Figur 2-2, mens beskrivelse av de ulike lagene er gitt i Tabell 2-1.

## **Overbygning tildekking BØF 1**



Figur 2-2: Materialoppbygging for tildekkingsløsningen.

Tabell 2-1: Beskrivelse av materialer for oppbygningen.

Lag	Beskrivelse
Fk 0/5 mm	Legges ut som et beskyttende lag under membranen for å forhindre mekanisk skade og redusere risiko for punktering.
Bentonittmembran	Et naturlig, selvforsegelende tetningslag som danner en barriere mot vanntransport.
HPDE-membran	Et ekstra tett plastbasert tetningslag som legges over bentonittmembran for å sikre redundans og robusthet.
Beskyttelsesduk (med CBR verdi minimum 8 kN)	Fiberduk som plasseres over HDPE-membran for å forhindre skade på membranene fra overliggende masser under utlegging.
Fk 0/22 mm	Fordelings- og beskyttelseslag som fungerer som drengs- og avlastningslag over membran.
Toppsjikt	Avsluttende toppdekke som muliggjør etablering og skjøtsel av grasbakke og forhindrer etablering av dypere vegetasjon.

Et tilsvarende tiltak er gjennomført ved Kirkenes lufthavn i 2025. Der er det benyttet samme prinsipp for tildekking av forurensede masser som det som planlegges utført ved BØF1 ved Kristiansand lufthavn. Figur 2-3 viser utleggingen av de ulike materiallagene. Området er først planert, før tetningssystemet er etablert med bentonittmembran (grå), HPDE-membran (svart) og beskyttelsesduk (hvit). Figuren viser også hvordan grusmasser er strategisk plassert i striper over beskyttelsesduken. Dette gir et midlertidig kjøremønster som muliggjør utlegging av masser uten at maskinene belaster de underliggende membranlagene mer enn nødvendig. Løsningen reduserer risiko for mekanisk skade.

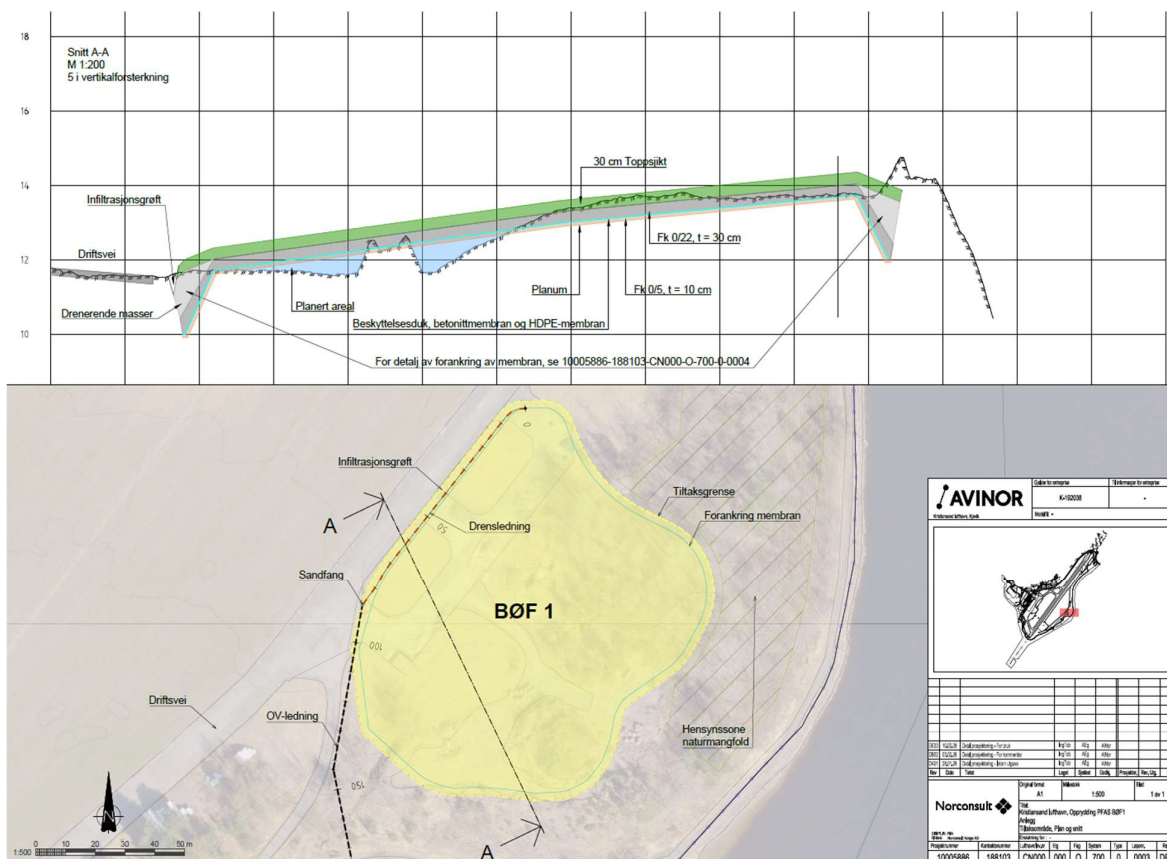


Figur 2-3: Tildekkingstiltak ved Kirkenes lufthavn. Nærmest bentonittmembran (grått), HDPE-membran (svart), beskyttelsesduk (hvitt) og tildekkingsmasser (grått).

### Prinsipp for membranforankring og tilpasning i terreng

Før tildekkingen etableres, planeres området for å sikre jevn utlegging og korrekt fall. Dette krever terrengtilpasning der høytliggende partier skjæres, og lavtliggende partier fylles opp. Formålet er å oppnå en plan overflate med tilstrekkelig fall for drenering, samtidig som det legges til rette for korrekt plassering av overbygningen og membran.

Rundt tiltaksområdet graves det ut grøfter til forankring av membran. Disse forurensete massene benyttes under tildekkingen som planeringsmasser. Figur 2-4 viser planert tiltaksområde med forankringsgrøfter og tildekkingsmasser.

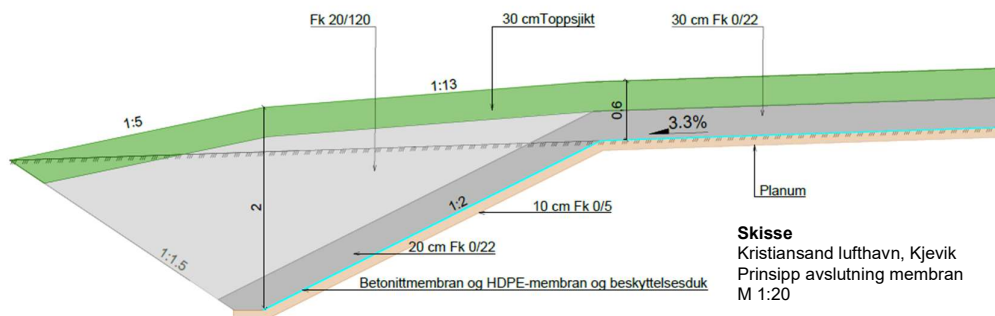


Figur 2-4: Snitt gjennom tiltaksområdet (A – A\*) med planert terreng, forankring av membran og tildekkingsmasser.

Forankringsgrøfter for membranen går rundt hele tiltaksområdet hvor membranen føres ned med et fallforhold på 1:2 frem til den har 2 meter overdekning (se Figur 2-5). Ved å avslutte membranen nedsenket, vil det kunne motvirke vanninntrenging fra overflatevann inn under membranen. Ved å etablere en nedsenkning med større overdekning langs randsonen av membranen vil det også kunne motvirke begynnende erodering av overdekningsmassene. Grøften tilbakefylles med beskyttende fraksjonerte masser samt øvrige egnede masser for å sikre stabilitet og innklemming.

Langs driftsveien i vest etableres en grøft hvor det legges stikkrenne og drensør, samt en åpen grøft for overvannshåndtering. Massene i denne grøften skal være drenerende. Også i dette området føres bentonittmembranen ned med et fallforhold på 1:2 slik at det oppnås 2 meter overdekning. HDPE-membranen vil her føres helt frem til driftsveien, slik at vann ikke infiltrerer i grunnen, men følger densgrøften som går over i tett overvannsledning mot sørvest-vest, før utslipp til terreng sør for internvei (Figur 2-6).

Forankring membran rundt tiltaksområdet



Figur 2-5: Prinsippskisse for forankring av membran langs tiltaksområdet



Figur 2-6: Trase for overvannsledning.

## 2.2 Anleggsgjennomføring

Aktivitet på anleggsområdet vil variere med hvilken fase prosjektet er i, men kan grovt deles inn i tre deler:

Fase 1: Forberedende fase

Fase 2: Tildeckingsfase

Fase 3: Avslutningsfase, med nedrigging og demobilisering

En oversikt over planlagt riggområde, mellomlager, og tiltaksområde er vist i Figur 2-7.



Figur 2-7: Prinsippkisse for utforming av riggområde, mellomlager (rene masser) og tiltaksområde.

**Fase 1** vil bestå av aktiviteter tilknyttet tilrettelegging og opprigging. Forventet varighet er satt til ca. 3 uker, med antatt oppstart i medio mai. Fase 1 vil bestå av aktiviteter som listet i Tabell 2-2.

Tabell 2-2: Hovedaktiviteter forberedende fase (fase 1).

Aktivitet	Beskrivelse
Etablering av riggområde	Riggområde for maskiner og materiell, samt eventuelle fasiliteter.
Skilting av adkomstveier	Skilting av adkomstveier for å sikre trygg adkomst til rigg- og tiltaksområdet.
Kartlegging Forsvaret	Kartlegging av mulig gamle sprenglegemer i områder det skal graves. Gjennomføres av Forsvaret med bistand fra anleggsentreprenøren.
Vegetasjonsrydding	Fjerning av trær og busker, fjerning av røtter og minimum 20 cm av vekstjord. Trær og busker prøvetas og analyseres for PFAS. Leveres som PFAS-forurenset til godkjent mottak dersom forurenset.
Betongkonstruksjoner og betongrester	Betongkonstruksjoner og betongrester grovknauses for utlegging under beskyttende lag under membran. Prøvetas og analyseres i forkant. Armering og innstøpingsgods sorteres ut og leveres til godkjent mottak.
Fjerning av brønner	Etablerte grunnvannsbrønner som ligger innenfor arealet som skal tildekket må fjernes.
Klargjøring av tiltaksområdet	Planering av området, for å oppnå jevnt fall og tilstrekkelig stabilitet. Inkluderer vegetasjonsrydding.
Oppstart av inntransport eksterne masser	Oppstart av inntransport av tildekkingsmasser til mellomlager ved tiltaksområdet. Utføres primært som nattarbeid innenfor nattestengingsperiode.

**Fase 2** vil hovedsakelig bestå av aktiviteter som vist i Tabell 2-3. Varighet av fase 2 er anslått til ca. 2 måneder. Oppstart vil være i midten av juni med varighet til midten av august.

Installasjon av membran forventes, ved gode værforhold, å kunne utføres over en relativt kort tidsperiode. Utlegging av overdekningsmassene forventes derimot å være noe mer tidkrevende, da det er viktig at operasjonen utføres skånsomt, og ikke medfører skade på underliggende membran. Bentonittmembranen kan svekkes dersom den tilføres fuktighet uten tilstrekkelig mottrykk. Det er derfor viktig at den legges ut i perioder med lite eller ingen nedbør (iht. krav fra membranleverandør), og at den tildekkes av HDPE-membran umiddelbart. Underveis i utleggingen må HDPE-membranen forankres tilstrekkelig med overliggende tildekkingsmasser for å sikre den mot vind. Det skal ikke legges ut membran over større arealer enn at man får tildekket og sikret membranen kontinuerlig mot vind, nedbør og eventuelle andre forhold som kan påvirke membranen.

Ved utlegging av tildekkingssjiktene er det viktig at det ligger til grunn et utleggingsmønster, gjerne i striper over beskyttelsesduken. Bruk av anleggsmaskiner direkte på membran tillates ikke.

Membranskjøter må utføres med høy kvalitet og kontrolleres nøye, gjerne ved bruk av ekstrudersveising. Videre beskyttes membranen med egnet beskyttelsesduk og et overliggende lag av drenerende fraksjonsmasser med tilstrekkelig tykkelse (20 cm). Dette både for å tåle belastning fra maskiner, og hindre gjennomtrenging av grovere fraksjoner i overliggende sjikt, og derved redusere risiko for skade på membran. Massene som er sams masser med Dmaks 20 mm, kan være utsatt for utvasking ved styrtregn, og det er derfor viktig med riktig gradering og komprimering.

Tabell 2-3: Hovedaktiviteter tildekkingsfase (fase 2).

Aktivitet	Beskrivelse
Planering av tiltaksområdet	For å oppnå jevnhet, riktig fall og tilstrekkelig komprimering, samt tildekking med finere masser for å beskytte membran mot skarpe kanter, fra betongdekker, stein etc.
Graving av grøfter	Graving av grøfter for vertikal forankring av membran og eventuelle dreneringstiltak.
Transport av tildekkingsmasser	Transport og mellomlagring av tildekkingsmasser til tiltaksområdet. Utføres primært som nattarbeid innenfor nattestengingsperiode.
Utlegging av membran	Utlegging av bentonittmembran og HDPE-membran i henhold til prosjektert løsning. Kvalitetssikring av skjøter og tetthet/at membran er skadefri.
Utlegging av beskyttelsesduk	Utlegging av beskyttelsesduk (fiberduk) over membran.
Tildekking av masser	Tildekking av masser i henhold til prosjektert tykkelse og oppbygging. Inkluderer kontroll av overbygningen.
Tilrettelegging for revegetering og tilbakeføring	Etablering av vegetasjon med stede egne arter (slåttemark), og eventuelt utlegging av vekstjord.

**Fase 3** vil bestå av aktiviteter tilknyttet nedrigg og eventuelle utbedringstiltak på internveier. Disse er vist i Tabell 2-4. Det er i fremdriftsplanen estimert 2 uker til aktivitetene, frem til starten av september.

Tabell 2-4: Hovedaktiviteter avslutningsfase (fase 3).

Aktivitet	Beskrivelse
Fjerning av riggområde	Demontering og fjerning av midlertidige installasjoner, riggområde og skilting.
Utbedring av internveier	Utbedring av eventuelle skader på internveier og adkomstveier som følge av anleggsaktivitet.

## 2.3 Permanent fase

Tildekking er en løsning som medfører behov for overvåkning, vedlikehold og oppfølging i all fremtid, da dette er tenkt å være en permanent løsning. Det er i vurderingene i tiltaksplanen [3] lagt til grunn 100 års «levetid» for løsningen, men det vil være usikkerhet knyttet til denne. Det er også en usikkerhet knyttet til i hvilken grad aktuelle leverandører vil være villige til å garantere for varighet av en slik løsning.

Tildekking vil gi begrensinger på etterbruk av det aktuelle området. Det vil ikke kunne etableres bygninger eller annen infrastruktur på området som medfører inngrep og mulig brudd i membran. Krav til bruk av området etter tiltak vil konkretiseres i fremtidig skjøtselsplan.

### ***Plan for overvåkning og vedlikehold***

I veileder til deponiforskriften antas det at en kunstig membran vil miste sine egenskaper og gradvis brytes ned i tidsperioden mellom 100 år og 200 år etter etablering [6]. Med utforming av tildekkingslaget tilpasset arealbruk forventes derfor ikke behov for vedlikehold av membran innenfor et 100 års perspektiv.

Selve membranen vil være utilgjengelig for inspeksjon. Det legges imidlertid opp til visuell inspeksjon av toppdekket en gang per år, med vurdering av behov for etterfylling/utbedring dersom inspeksjonen avdekker forsenkninger eller sprekkeformasjoner i toppdekket. Det vil også ved inspeksjoner måtte følges med på at det ikke etableres seg større vegetasjon (trær) på området med røtter som kan skade membranen.

I tillegg vil terrenget måles inn etter ferdigstilt tiltak, med gjentak etter 2, 5 og 10 år, deretter hvert 10. år. Dette, sammen med overvåkning av tiltakseffekt i brønner nedstrøms tiltaksområdet, vil danne grunnlaget for løpende vurdering av vedlikeholdsbehov. Rutiner for visuell inspeksjon og innmåling av terreng vil inngå som del av lufthavnens driftsrutiner og miljøovervåkningsprogram, samt at tildekket areal med tilknyttede arealbruksbegrensinger legges inn i Avinors kart og rutiner.

## 3 Miljørisikovurdering

### 3.1 Metode

Miljørisikovurderingen er utført med basis i NS 5814:2021 Krav til risikovurderinger [7] og NS5815 Risikovurdering av anleggsarbeid [8], SVVs veileder til YM-plan [9] og miljørisiken [10]. Risikovurderingen utføres etter ROS-metoden (risiko- og sårbarhetsanalyse). Som et ledd i dette arbeidet er det utført tverrfaglige samhandlingsmøter der risiko relatert til de ulike aktivitetene er vurdert. Tiltak for å redusere miljørisiko og sårbarhet under anleggsarbeidene implementeres i detaljprosjekteringen av tiltaket, i tillegg vil det være enkelte uønskede hendelser som krever ytterligere risiko- og sårbarhetsreduserende tiltak (avbøtende tiltak listet i kap. 4.1).

En beskrivelse av konsekvens- og sannsynlighets kategorier som benyttes, er gitt i Tabell 3-1 og Tabell 3-2. Mal for risikomatrix er gitt i Tabell 3-3.

Tabell 3-1: Beskrivelse av konsekvensgradering (jf. NS 5815).

Konsekvensgradering	Beskrivelse.
K1	Små miljøskader. Ikke registrerbart i resipient.
K2	Miljøskader. Registrerbar skade, restaureringstid >1 år.
K3	Betydelige miljøskader. Restaureringstid 1-3 år. Forurenset grunn som krever oppgraving.
K4	Alvorlige og langvarige miljøskader. Lokale konsekvenser med restaureringstid 3-10 år.
K5	Svært alvorlige og langvarige miljøskader. Regionale og lokale konsekvenser med restaureringstid >10 år.

Tabell 3-2: Beskrivelse av sannsynlighetsgradering (jf. NS 5815).

Sannsynlighetsgradering	Beskrivelse
S1	Aldri registrert lignende hendelser
S2	Har vært registrert lignende hendelser
S3	Har vært registrert i sammenlignende prosjekter
S4	Vil kunne skje i prosjektet
S5	Forventes å kunne skje i prosjektet

Tabell 3-3: Mal for risikomatrix (jf. miljørisiken [10]).

	S1	S2	S3	S4	S5
K5					
K4					
K3					
K2					
K1					
Lav	Risikoreduserende tiltak ikke nødvendig				
Middels	Risikoreduserende tiltak må vurderes (kost/nytte)				
Høy	Risikoreduserende tiltak nødvendig				

## 3.2 Identifikasjon av farer og uønskede hendelser

Identifiserte uønskede hendelser som kan oppstå ved gjennomføring av arbeider i anleggsfase er sammenstilt i Vedlegg 1, mens identifiserte uønskede hendelser som kan oppstå i permanent fase er sammenstilt i Vedlegg 2.

Under arbeid med detaljprosjekteringen har det vært stort fokus på å planlegge aktiviteter slik at miljørisiko blir lavest mulig (aktiv risikostyring). Samlet skal dette redusere sårbarheten og risiko under gjennomføringen.

Sårbarhet er i NS 5814:2021: 3.11 definert som:

*Analyseobjektets (dvs. arbeidene for opprydding av PFAS) manglende evne til å motstå uønskede hendelser eller varige påkjenninger, samt arealenes evne til å gjenoppta sin funksjon etterpå.*

For vurdering av sårbarhet for uønskede hendelser legges prosjektert løsning for gjennomføring av tiltaket til grunn. For uønskede hendelser som krever ytterligere risiko- og sårbarhetsreduserende tiltak, introduseres avbøtende tiltak som må ivaretas i gjennomføringen av tiltaket.

En vurdering av sårbarhet og miljørisiko for uønskede hendelser er gitt i Vedlegg 1 og Vedlegg 2.

## 3.3 Risikoanalyse

Det er utført to separate risikoanalyser, en som gjelder for anleggsfasen og en som gjelder for permanent fase av tiltaket.

### Anleggsfase

Totalt 22 hendelser for anleggsfasen er risikovurdert. Av disse er ingen hendelser gradert til høyt (rødt) risikonivå (ytterligere risiko- og sårbarhetsreduserende tiltak er nødvendig), 7 hendelser er gradert til middels (gult) risikonivå (ytterligere risiko- og sårbarhetsreduserende tiltak skal vurderes), og de øvrige hendelsene har lav (grønn) risiko der ytterligere tiltak skal tilstrebes dersom det ikke medfører urimelig ulempe (ALARP-prinsippet - dvs. keeping risk As Low As Reasonably Practicable).

Gitt at de identifiserte risiko- og sårbarhetsreduserende tiltakene implementeres i gjennomføringen (se kap. 4.1), er det vurdert at 17 hendelser vil ha lav (grønn) risiko, 5 vil ha middels (gult) risikonivå (aktiv risikostyring er nødvendig).

Risikoanalyse av hendelsene med risiko- og sårbarhetsreduserende tiltak er gitt i Vedlegg 1.

### Permanent fase

Totalt 9 hendelser for den permanente fasen er risikovurdert. Av disse er ingen hendelser gradert til høyt (rødt) risikonivå (ytterligere risiko- og sårbarhetsreduserende tiltak er nødvendig), og 1 hendelse er gradert til middels (gult) risikonivå (ytterligere risiko- og sårbarhetsreduserende tiltak skal vurderes), og de øvrige hendelsene har lav (grønn) risiko der ytterligere tiltak skal tilstrebes dersom det ikke medfører urimelig ulempe (ALARP-prinsippet - dvs. keeping risk As Low As Reasonably Practicable).

Gitt at de identifiserte risiko- og sårbarhetsreduserende tiltakene implementeres i gjennomføringen (se kap. 4.2), er det vurdert at alle 9 hendelser vil ha lav (grønn) risiko.

Risikoanalyse av hendelsene med risiko- og sårbarhetsreduserende tiltak er gitt i Vedlegg 2.

## 4 Plan for avbøtende tiltak

### 4.1 Avbøtende tiltak – anleggsfase

Nedenfor er en oversikt over de avbøtende tiltakene som skal inngå i tiltaksgjennomføringen - både de tiltak som utføres av byggherre før oppstart av arbeidene, og av byggherre/entreprenør som en del av forberedende arbeider. For en fullstendig oversikt over tiltakene og de uønskede hendelser som er vurdert, vises det til Vedlegg 1.

Det påpekes viktigheten av at det avholdes et oppstartsmøte med byggherre, entreprenør og miljørådgiver for å sikre felles forståelse av krav fra Miljødirektoratet, miljørisiko og avbøtende tiltak.

Risikoreduserende tiltak som entreprenør skal følge ved planlegging og utføring av sine arbeider:

#### Fellesaktiviteter

- Det skal ikke forekomme anleggsaktivitet eller lagring utenfor de definerte områdene for tiltaket (tiltaksområde, riggområde og mellomlager).
- Tiltaket skal ikke komme i berøring med hensynsoner for naturmangfold (se Figur 2-7).
- Hensynssone for naturmangfold merkes opp på terreng før oppstart av tiltak.

#### Drift av anleggsområde og riggplass

- Jevnlig tilsyn og vedlikehold av anleggsmaskiner – entreprenør etablerer beredskap for kjøretøy og utstyr samt svikt i renseanlegg i form av spill-kit (absorbenter, oppsamlingskar/fat mv).
- Krav om kontroll og rengjøring av anleggsmaskiner som har vært i områder infisert av fremmede arter.
- Fylling av drivstoff på kjøretøy skal foregå innenfor arealet som skal tildekkes, og helst på tett flate (eks. betongflater mot internvei i nordvest).

#### Forberedende aktiviteter

- Avfall og materialer med potensiale for gjenbruk skal prøvetas for avklaring av videre disponering.
- Avfall eller gjenbruksmaterialer skal ikke legges utenfor tiltaksområdet. Ved mellomlagring eller knusing/oppdeling skal dette foregå innenfor tildekkingsområdet.
- Gjenbruk av materialer under tildekket areal forutsetter at disse har konsentrasjoner av miljøgifter under grenseverdier i avfallsforskriften.
- Entreprenør skal etablere en avfallsplan.
- Beredskap for påtreff av oljefat eller større uavdekket oljeforurensning i grunnen fra historisk aktivitet.
- Toppjord med røtter (minimum 20 cm) skal graves av og leveres til godkjent deponi. Ved behov for mellomlagring skal oppgravde forurensede masser lagres innenfor tildekkingsarealet, på områder med lik eller høyere forurensningsgrad.
- Masser som graves opp i forbindelse med VA-grøfter skal legges under membran for tildekkingen.

#### Utlegging av membran:

- Tildekking må tilpasses værmeldinger. Tildekking skal ikke utføres dersom værmelding tilsier sterkt vind eller mye nedbør.
- Bentonittmembran legges ut i perioder med lite eller ingen nedbør (iht. krav fra membranleverandør), og den tildekkes av HDPE-membran umiddelbart.
- Membranskjøter må utføres med høy kvalitet og kontrolleres nøye, gjerne ved bruk av ekstrudersveising.
- Det må utføres kvalitetssikring av skjøter og tetthet/at membran er skadefri før det legges ut fiberduk og oppbygning over membran.
- Ved utlegging av tildekkingssjiktene er det viktig at det ligger til grunn et utleggingsmønster, gjerne i striper over beskyttelsesduken. Bruk av anleggsmaskiner direkte på membran tillates ikke.
- Utleggingen skal utføres med utstyr tilpasset undergrunnens bærevne. Det skal fortrinnsvis benyttes maskiner med lav belastning og lavt marktrykk, iht. krav fra membranleverandør.
- Det skal ikke legges ut membran over større arealer enn at man får tildekket og sikret membranen kontinuerlig mot vind, nedbør og eventuelle andre forhold som kan påvirke membranen.

#### Transport:

- Transport av forurensede masser skal skje på etablert anleggsvei, og med tette lastekasser.
- Maskiner og lastebiler som er inne på tiltaksområdet skal grovrengjøres mekanisk (ved for eksempel kosting av hjul, understell eller andre deler som har vært i kontakt med grunnen) før uttransport av forurensede masser fra tildekkingsområdet.
- Sikre at det ikke forekommer avrenning, nedfall eller støvflukt under transport. Dette gjelder både inne på lufthavnen og ved utkjøring til og lasting på lekter.
- Krav om at det utøves aktsomhet ved lasting til fartøy.
- Krav om at det utøves aktsomhet ved transport.

#### Deponering av avfall:

- Krav til at PFAS-forurensset avfall leveres til mottak med tillatelse spesifikt for PFAS.

#### Tilbakelegging av masser:

- Krav til informasjon og dokumentasjon for eksterne masser som skal benyttes på området.

## **4.2 Avbøtende tiltak – permanent fase**

Det er for den permanente fasen ikke identifisert hendelser som krever spesielle avbøtende tiltak, utover kravene til overvåkning og vedlikehold av området i permanent fase (gitt i kap. 2.3), samt krav som oppsummert under:

- Det skal utføres geotekniske undersøkelser i forkant av tildekking, og området kan ikke belastes med mer masser enn det som vurderes akseptabelt mhp stabilitet.
- Området skal kontrolleres med årlig visuell inspeksjon av toppdekke.

- Det skal utføres jevnlig innmåling av området (etter ferdigstilt tiltak, med gjentak etter 2, 5 og 10 år, deretter hvert 10. år).
- Det skal overvåkes konsentrasjoner av PFAS i brønner nedstrøms.
- Området skal skjøtes som slåttemark, hvor gresset slåes årlig.
- Det kan ikke benyttes kjøretøyer som overskrider tillatt marktrykk for området. Krav til bruk av området etter tiltak skal konkretiseres i fremtidig skjøtselsplan, inkludert sikkerhetssone for aktivitet rundt tildekket område.

For en fullstendig oversikt over tiltakene og de uønskede hendelser som er vurdert, vises det til Vedlegg 2.

### 4.3 Tilrådning om beredskap

Beredskap mot akutt forurensning etableres på ulike nivå:

- **Entreprenør (små lekkasjer fra f.eks. kjøretøy og annet anleggsutstyr)**
- **Avinor, beredskapsplan for PFAS prosjektet**
- Avinor, Kristiansand lufthavn, beredskap (forurensning)
- Kommunal og interkommunal (IUA) beredskap mot akutt forurensning
- Kystverket (statlig beredskap)

Beredskapen skal rettes mot enhver hendelse med akutt forurensning, men skal spesielt kunne håndtere hendelser som i denne miljørisikoanalysen fremstår med **rød** eller **gul risiko**.

## 5 Referanser

- [1] Norconsult, «Tiltaksplan Kristiansand lufthavn, Kjevik,» 2015.
- [2] Miljødirektoratet, «Kristiansand lufthavn, Kjevik - Pålegg om utarbeidelse av en tiltaksplan,» 2014.
- [3] Norconsult Norge AS, «Tiltaksplan for PFAS-forurenset grunn, Kristiansand lufthavn Kjevik, Nedlagte brannøvingsfelt (BØF1 og BØF2). Rapportnr. 5205614-RIM02-ENCN-E05,» 2023.
- [4] Norconsult Norge AS, «Tilleggsvurderinger til tiltaksplan for PFAS-forurenset grunn, Nedlagte brannøvingsfelt (BØF1 og BØF2), Kristiansand lufthavn. Rapport nr. 5205614-RIM03-ENCN-1-2,» 2025.
- [5] Miljødirektoratet, «Pålegg om å gjøre tiltak i PFAS-forurenset grunn ved Kristiansand lufthavn Kjevik i Kristiansand kommune.,» 2025.
- [6] SFT, «Veileder til deponiforskriften,» 2003.
- [7] Standard Norge, Krav til risikovurderinger. NS 5814:2021, 2021.
- [8] Standard Norge, Risikovurdering av anleggsarbeid. NS 5815., 2006.
- [9] Statens vegvesen, Veileder til Ytre miljøplan., 2020.
- [10] Statens Vegvesen, miljørisiken-v-1.2.2.xlsm.

## **6 Vedlegg**

Vedlegg 1 - Miljørisikoanalyse av hendelser og avbøtende tiltak, anleggsfase

Vedlegg 2 - Miljørisikoanalyse av hendelser og avbøtende tiltak, permanent fase

**Vedlegg 1 Miljørisikoanalyse av hendelser og avbøtende tiltak - Anleggsfase  
Kristiansand lufthavn, gammelt brannøvingfelt (BØF1)**

Aktivitet	Fagtema	Uønsket hendelse (UH)	Vurdering av sårbarhet	Konsekvens før tiltak	Sannsynlighet før tiltak	Risiko før tiltak	Risiko- og sårbarhetsreducerende tiltak	Ansvar	Konsekvens etter tiltak	Sannsynlighet etter tiltak	Risiko etter tiltak	Kommentar
Felleshendelser	Naturmangfold	Påvirkning på hensynsone for naturmangfold som ligger tett inntil og rundt tiltaksområdet.	Det skal ikke forekomme anleggsaktivitet eller lagring utenfor de definerte områdene for tiltaket (tiltaksområde, riggområde og mellomager). Transport inn og ut av området skal foregå på interveier som ikke skal komme i konflikt med hensynsone for naturmangfold.	K3	S4		Det skal ikke forekomme anleggsaktivitet eller lagring utenfor de definerte områdene for tiltaket (tiltaksområde, riggområde og mellomager). Hensynsone for naturmangfold merkes opp på terreng før oppstart av tiltak.	Entreprenør	K3	S2		
Drift av anleggsområde og riggplass	Forurensning jord og vann	Lekkasjer fra anleggsmaskiner, lagret drivstoff og lekkasjer ved fylling av drivstoff.	Fylling av drivstoff skal foregå innenfor arealet som skal tildekkes, og helst på tett flate (eks. betongflater mot intervei i nordvest). For fylling av drivstoff etableres særskilte rutiner og beredskap (absorbenter), terskler/opsamlingsareal o.l.. Ved lagring av drivstoff på området skal det utføres jevnlig tilsyn for å avdekke lekkasje.	K2	S2		Jevnlig tilsyn og vedlikehold av anleggsmaskiner og lagringstanker, terskler/opsamlingsareal, samt tilgjengelig absorberent. Tanking skal observeres.	Entreprenør	K2	S2		ALARP
	Fremmede arter	Introduksjon av fremmede arter.	Spredning av frø og plantedeler fra anleggsmaskiner som skal stasjoneres på anlegget (gravemaskiner, hjullastere og dumpere), støvler osv er risiko i anleggsfase.	K3	S3		Krav om kontroll og rengjøring av anleggsmaskiner som har vært i områder infisert av fremmede arter.	Entreprenør	K3	S2		Aktiv risikostyring av entreprenør
Forberedende aktiviteter	Forurensning jord og vann	Feil disponering av forurenset avfall eller materialer som skal gjenbrukes under tildekkingen fører til forurensning på arealer utenfor tiltaksområdet.	Avfall og materialer med potensiale for gjenbruk skal prøvetas for avklaring av videre disponering. Avfall eller gjenbruksmaterialer skal ikke legges utenfor tiltaksområdet. Ved mellomagring eller knusing/oppløsing skal dette foregå innenfor tildekkingsområdet. Gjenbruk av materialer under tildekket areal forutsetter at disse har konsentrasjoner av miljøgifter under grenseverdier for gjenbruk (avfallsforkriften).	K1	S3		Det skal gjennomføres oppstartsmøte med entreprenør hvor miljørisiko og avbøtende tiltak er tema. Entreprenør skal etablere en avfallsplan.	Avinor / entreprenør	K1	S2		ALARP dvs. risiko skal reduseres så langt dette er praktisk mulig
	Forurensning jord og vann	Feil disponering av oppgravd forurenset toppjord, forurensete masser som graves opp fra grøfter for forankring av membran eller trevirke som skal fjernes fra området fører til forurensning på arealer utenfor tiltaksområdet.	Toppjord og røtter (ca. 20 cm) skal graves av og leveres til godkjent mottak. Ved behov for mellomagring skal oppgravde forurensete masser lagres innenfor tildekkingsarealet, på områder med lik eller høyere forureningsgrad. Masser som graves opp i forbindelse med VA-grøfter skal legges under membran for tildekkingen.	K2	S3		Det skal gjennomføres oppstartsmøte med entreprenør hvor miljørisiko og avbøtende tiltak er tema. Entreprenør skal etablere en avfallsplan.	Avinor / entreprenør	K2	S2		
	Forurensning jord og vann	Påtreff av avfall eller oljetank, oljefat eller lignende som kan utgjøre risiko for lekkasje og spredning av forurensning til grunnen.	I forbindelse med planering av området må de øvre massene jernes ut, og det kan påtreffes avfall eller oljetank, oljefat eller annet som er fra tiden området ble benyttet som øvingsfelt, eller som tilført i forbindelse med at området er fylt ut med masser. Planering skal foregå i området som senere skal tildekkes, og det er stor maktighet at umettet sone.	K1	S3		Beredskapstiltak jf. Beredskapsplan.	Entreprenør	K1	S2		
	Forurensning jord og vann	Rene masser som skal benyttes for overdekning på membran blandes med forurensete masser, og fører til at forurensete masser legges over membran.	Det skal benyttes eget mellomager for rene masser øst for tildekkingsområdet. All gravning og håndtering av masser skal foregå i tråd med krav 3 i pålegg fra Miljødirektoratet.	K2	S3		Ingen ytterlige tiltak vurderes nødvendig.	Entreprenør	K2	S2		
Utlegging av membran og overbygning	Forurensning jord og vann	Store nedbørsmengder eller sterk vind fører til risiko for skade på membran.	Bentonittmembranen er et naturlig, selvforsegrende tetningslag som danner en barriere mot vanntransport. Bentonittmembranen kan svekkes dersom den tilføres fuktighet uten tilstrekkelig mottrykk. Utleggingen bør derfor foregå i tørre perioder, slik at bentonittmembranen ikke sveller før det er lagt masser for oppbygning over, og at den tildekkes av HDPE-membran umiddelbart. Mye vind under utlegging av membran vil kunne medføre at vind tar tak i HDPE-membranen under utlegging, og øker risiko for at det skal dannes sprekker eller hull i denne. Underveis i utleggingen må HDPE-membranen forankres tilstrekkelig med overliggende tildekkingsmasser for å sikre den mot vind. Det skal ikke legges ut membran over større arealer enn at man får tildekket og sikret membran kontinuerlig mot vind, nedbør og eventuelle andre forhold som kan påvirke membran.	K3	S4		Tildekking må tilpasses værmeldinger. Tildekking skal ikke utføres dersom værmelding tilsier sterk vind eller mye nedbør. Bentonittmembran legges ut i perioder med lite eller ingen nedbør (iht. krav fra membranleverandør), og den tildekkes av HDPE-membran umiddelbart.	Avinor / entreprenør	K3	S2		Aktiv risikostyring av entreprenør
	Forurensning jord og vann	Membranskjøter utføres ikke med tilstrekkelig tetthet, og medfører at nedbør kan trenge igjennom membran.	Det stilles krav til kontroll av membran før det legges ut fiberduk og oppbygning over membran.	K3	S4		Membranskjøter må utføres med høy kvalitet og kontrolleres nøye, gjerne ved bruk av ekstrudersveising. Det må utføres kvalitetssikring av kjøter og tetthet/at membran er skadefri før det legges ut fiberduk og oppbygning over membran.	Entreprenør	K3	S2		
	Forurensning jord og vann	Masser under membran ligger ikke helt jevnt, og små forsenkninger vil kunne medføre at HDPE-membranen får strekk og det dannes små hull.	Tildekkingsområdet skal planeres ut før utlegging av membran. Det skal deretter legges ut et beskyttende lag under membran (fx 0/5 mm) for å forhindre mekanisk skade og redusere risiko for punktering.	K2	S2		Ingen ytterlige tiltak utover vurderinger av behov for å forsterke grunnen under membran vurderes nødvendig.	Entreprenør	K2	S2		
	Forurensning jord og vann	Maskiner som lager hull på HDPE-membranen under utlegging.	Ved utførelse gjøres det stedlige vurderinger av behov for å forsterke undergrunnen under membran, dersom det er bløte masser. Det vil benyttes geonett i kombinasjon med forsterkningslag av pukk/kult under beskyttelseslaget for membran ved observasjon av felter eller områder med bløt grunn.	K2	S2		Ingen ytterlige tiltak vurderes nødvendig.	Entreprenør	K2	S2		
	Forurensning jord og vann	Maskiner som lager hull på HDPE-membranen under utlegging.	Det skal benyttes en beskyttelsesduk over HDPE-membran for å forhindre skade på membranene fra overliggende masser under utlegging (fiberduk (8 kN CBR-styrke)). Ved utlegging av tildekkingsjiktene er det viktig at det ligger til grunn et utleggingsmønster, gjerne i striper over beskyttelsesduken. Bruk av anleggsmaskiner direkte på membran tillates ikke. Utleggingen skal utføres med utstyr tilpasset undergrunnens bærevne. Det skal fortrinnsvis benyttes maskiner med lav belastning og lavt marktrykk, iht. krav fra membranleverandør.	K3	S4		Ved utlegging av tildekkingsjiktene er det viktig at det ligger til grunn et utleggingsmønster, gjerne i striper over beskyttelsesduken. Bruk av anleggsmaskiner direkte på membran tillates ikke. Utleggingen skal utføres med utstyr tilpasset undergrunnens bærevne. Det skal fortrinnsvis benyttes maskiner med lav belastning og lavt marktrykk, iht. krav fra membranleverandør.	Entreprenør	K3	S2		
	Forurensning jord og vann	Spisse steiner som kan komme i kontakt med HDPE-membran og lage hull.	Under HDPE-membran legges en bentonittmembran som er myk. Over HDPE-membran legges det en fiberduk (minimum 8 kN CBR-styrke), og deretter et masselag med maks kornstørrelse 25 mm. Spisse steiner skal derfor ikke komme i direkte kontakt med HDPE-membranen.	K2	S2		Ingen ytterlige tiltak vurderes nødvendig.	Entreprenør	K2	S2		
	Forurensning jord og vann	Skade på membran fra transport eller lignende, som medfører at den har hull eller er av dårligere kvalitet før den legges ut.	Under gjennomføring av tildekkings tiltak på Kirkenes lufthavn ble det observert skade fra transport på ytterste del av membranrullene /omlegget på rullene. Det forventes at dette også vil kunne skje på Kristiansand BØF1.	K2	S4		Det må utføres kvalitetssikring av kjøter og tetthet/at membran er skadefri før det legges ut fiberduk og oppbygning over membran.	Entreprenør	K2	S2		
	Fremmede arter	Introduksjon av fremmede arter.	Risiko for introduksjon av fremmede arter ved tilførsel av eksterne masser til oppbygning over membran.	K3	S2		Krav til tilstrekkelig informasjon om opphav for eksterne masser som skal benyttes for tilbakefylling. Dokumentasjon på at masser for tilbakefylling overholder krav for tilførte masser.	Entreprenør	K3	S1		
Transport	Forurensning jord og vann	Spredning av PFAS-forurenset masse med anleggsmaskiner som flyttes ut av anleggsområdet, eller spredning av PFAS-forurenset masse som dras med hjulene på transportenhet ut på transportveiene.	På gravemaskiner og annet anleggsutstyr som benyttes på tildekkingsområdet kan det være forurenset jord i belter, på hjul eller lignende. Forurensete masser kan potensielt bli med bildekk fra tildekkingsområdet og ut på transportveier. Det er lite omfang av forurensete masser som skal fjernes fra området i forbindelse med tiltaket.	K1	S3		Maskiner og lastebiler skal grovrenjøres mekanisk (kosting, børsting) før uttransport av forurensete masser fra tildekkingsområdet.	Entreprenør	K1	S2		
	Forurensning jord og vann	Avrenning fra forurensete masser lastet opp i transportenheter som fører til lekkasjer under transport.	Massene forventes å kunne være lett fuktige, men det forventes kun at en liten andel av massene er overmettet med vann. Vann vil derfor i liten grad renne av ved transport.	K1	S2		Krav om tette lastekasser/lastearrangement på transportenhet ved transport av forurensete masser.	Entreprenør	K1	S1		
	Forurensning luft	Støvflikt under transport.	Massene forventes å være lett fuktige og ikke medføre omfattende støv.	K1	S2		Ingen ytterlige tiltak vurderes nødvendig.	Entreprenør	K1	S2		
	Forurensning vann (sjø)	Spredning av PFAS-forurenset jord og vann ved lasting/tipping til fartøy.	Kaianlegg for fartøy er utenfor tiltaksområdet.	K2	S3		Krav om at det utøves aktsomhet ved lasting på lekter.	Entreprenør	K2	S2		ALARP
	Forurensning jord og vann	Hendelser under transport, eksempelvis velt av lastebil eller båt	Det kan skje ulykker på veier eller ved transport på sjø. Omfang av forurensete masser som skal fjernes fra området i forbindelse med tiltaket er lite.	K2	S2		Krav om at det utøves aktsomhet ved transport.	Entreprenør	K2	S2		Aktiv risikostyring av transportør
Deponering av avfall	Avfallshåndtering	Brudd på mottakets tillatelse ved levering av masser med > 50 mg/kg PFOS, > 1 mg/kg PFHxS eller > 1 mg/kg PFOA (ref. POPs-forordningen).	Det er ikke påvist konsentrasjoner over POPs grenseverdier i jord.	K2	S1		Ingen spesielle tiltak nødvendig.		K2	S1		
	Avfallshåndtering	Brudd på mottakets tillatelse ved levering av masser med innhold av PFAS-forurensning.	Avfall og materialer med potensiale for gjenbruk skal prøvetas for avklaring av videre disponering. PFAS-forurenset avfall, materialer eller PFAS-forurensete masser (vegetasjonsdekke) skal leveres til mottak med tillatelse spesifikt for PFAS.	K2	S2		Krav til at PFAS-forurenset avfall leveres til mottak med tillatelse spesifikt for PFAS.	Entreprenør	K2	S1		
Generelt	Støy	Økt støybelastning for 3. part	Tiltaket foregår på sørlig del av lufthavnområdet, innenfor lufthavngrøftet. Nærmeste boliger er ca. 250 m øst for anleggsområdet, på motsatt side av Topdalselva. Disse boligene ligger ca. 700 m øst for rullebanen. Støy forventes ikke å øke betraktelig relativt til normalt støynivå i denne avstand til rullebanen.	K1	S1		Ingen spesielle tiltak nødvendig.		K1	S1		

Vedlegg 2 Miljørisikoanalyse av hendelser og avbøtende tiltak - Permanent fase  
Kristiansand lufthavn, gammelt brannøvingfelt (BØF1)

Aktivitet	Fagtema	Ønsket hendelse (UH)	Vurdering av sårbarhet	Konsekvens før tiltak	Sannsynlighet før tiltak	Risiko før tiltak	Risiko- og sårbarhetsreducerende tiltak	Ansvar	Konsekvens etter tiltak	Sannsynlighet etter tiltak	Risiko etter tiltak	Kommentar
Felleshendelser	Forurensning jord og vann	Høyere grunnvannsnivå over tid fører til at forurenset masse som i dag ligger i umettet sone kommer i kontakt med grunnvann og medfører økt utlekking av PFAS.	Med bakgrunn i forventet havnivåstigning frem mot år 2100 (D58, 2024) forventes grunnvannsnivå i området over tid å bli høyere. For Kristiansandområdet viser Kartverket høyeste Se havnivå i kart at prognose for middele høyvann i år 2100 er ca. 80 cm høyere enn i dag. På gammelt brannøvingfelt (BØF1) ligger massene med høyest konsentrasjon av PFAS i dybdeintervall 0-4 meter, og konsentrasjonene avtar med dybde fra terreng. Umettet sone har et total metningsgrad på om lag 1-12 meter, og noe høyere grunnvannsnivå i dette området forventes derfor å føre til minimal økning i utlekking av forurensning sammenliknet med dagens situasjon.	K1	S3		Ingen spesielle tiltak nødvendig.	Avinor	K1	S3		
	Forurensning jord og vann	Røtter eller frø som ligger under membran spirer og vokser opp gjennom membranen.	Øvre minimum 20 cm vegetasjonsdekke og toppjord skal fjernes fra tildekkingsområdet i forbindelse med tiltaket. Det er svært lite sannsynlig at eventuell gjenværende frøbank på terrengflaten som skal tildekkes vil kunne spirer og vokse opp gjennom membranen, gitt liten/ingen tilgang til vann eller lys under membranen og de overliggende tilførte masser.	K2	S2		Utover fjerning av vegetasjonsdekke vurderes ingen ytterligere tiltak som nødvendig.	Avinor	K2	S1		
	Forurensning jord og vann	Skade på membran fra frost som medfører at det dannes sprekker som vann kan trenge gjennom.	Området skal planeres for å sikre jevnt fall slik at ansamling av vann innenfor tildekket området unngås. Det ble i forbindelse med tildekkings tiltaket på Kirkenes utført gjennomgang av dokumentasjon på bentonitmembranens påvirkning på frost, og det ble ikke funnet at frost skal utgjøre økt risiko for skade på membran. Dette er omfakt i COWi notat A289720 NOT007 datert 04.11.2025.	K2	S2		Utover planering av området og jevnt fall, vurderes ingen ytterligere tiltak som nødvendig.	Avinor	K2	S2		
	Forurensning jord og vann	Spredning av forurenset jord pga utrasning fra tildekket område.	Tiltaksområde ligger innenfor aktsomhetsområdet for kvikkleire så det må gjøres en vurdering av områdestabiliteten, i henhold til Plan og bygningslover 28-1 og TEK17 §7-3. I og med at det legges ut masser med 1 meter tykkelse for tildekkingsløsningen, som medfører at det tilføres ekstra vekt på området, må dette tas med i den geotekniske vurderingen av områdestabiliteten. Det skal utføres geotekniske undersøkelser i forkant av tildekking, og området kan ikke belastes med mer masser enn det som vurderes akseptabelt mhp stabilitet.	K3	S2		Utover geotekniske undersøkelser i forkant av tildekking og krav til maksimal belastning, vurderes ingen ytterligere tiltak som nødvendig.	Avinor	K3	S1		
	Forurensning jord og vann	Graving med gravemaskin innenfor tildekket område, inkludert kantsone der membranen er forankret, som fører til brudd i membranen.	Lufthavnen skal være godt kjent med beliggenhet av tildekket areal i forbindelse med skjøtsel av dette og krav til bruk av området.	K2	S2		Krav til bruk av området etter tiltak skal konkretiseres i fremtidig skjøtelsplan, inkludert sikkerhetsone for aktivitet rundt tildekket område.	Avinor	K2	S1		
	Forurensning jord og vann	Kjøretøy som er tyngre enn tillatt vekt kjøres ut på området, og medfører skade på membran.	Det stilles krav til tillatt maksimalt marktrykk for kjøretøyer som kan benyttes ved skjøtsel av området.	K2	S3		Krav til bruk av området etter tiltak skal konkretiseres i fremtidig skjøtelsplan.	Avinor	K2	S2		
Skjøtsel av område	Forurensning jord og vann	Endring i vegetasjon på området over tid pga. området ikke skjøtes som det skal, og kan medføre at trær med røtter som trenger ned i membranen.	Området etableres som slåttemark hvor gresset slås årlig. Det vil stilles krav til skjøtsel og jevnlig kontroll av tildekket område.	K2	S2		Utover krav til skjøtsel av området vurderes ingen ytterlige tiltak som nødvendig.	Avinor	K2			
	Forurensning jord og vann	Skvli i oppsamlingssystem for vann som fører til at overvann fra det tildekkede området ledes til terreng utenfor tildekket areal.	Overvann som renner av det tildekkede området er rent vann (nedbør). Dersom dette vannet infiltrerer i grunnen rundt tiltaksområdet er det potensiale for at noe nedbør vil kunne følge lettere lag i massene inn under tildekket område og redusere effekten av tildekkings tiltaket.	K2	S2		Ingen spesielle tiltak nødvendig.	Avinor	K2	S2		
Vannhåndtering	Forurensning jord og vann	Uforutsette nedbørmengder som fører til overskridelse av kapasitet for løsningen for overvannshåndtering (dimensjonert med 25 års gjennomsnittsvall og klimafaktor 1,4), og fører til at vann fra det tildekkede området ledes til terreng utenfor tildekket areal.	Overvann som renner av det tildekkede området er rent vann (nedbør). Dersom dette vannet infiltrerer i grunnen rundt tiltaksområdet er det potensiale for at noe nedbør vil kunne følge lettere lag i massene inn under tildekket område og redusere effekten av tildekkings tiltaket.	K1	S3		Ingen spesielle tiltak nødvendig.	Avinor	K1	S3		