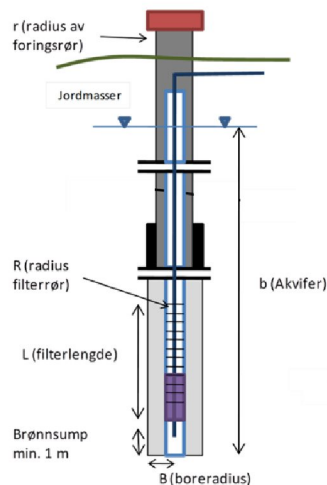


Overvåkingsprogram etter tiltak med opprydding i PFAS-forurensset grunn ved gammelt brannøvingsfelt, Haugesund lufthavn



MARS 2024
AVINOR

Overvåkingsprogram etter tiltak med opprydding i PFAS-forurensset grunn ved gammelt brannøvingsfelt, Haugesund lufthavn

PROJEKTNR.

A252858

DOKUMENTNR.

NOT-002

VERSION

1.0

UTGIVELSESDATO

05.03.24

BESKRIVELSE

Overvåking etter tiltak

UTARBEIDET

Aud Helland

KONTROLLERET

Bjørnar Liland
Skjelvan

GODKJENT

Bjørnar Liland
Skjelvan

INNHold

1	Bakgrunn	7
1.1	Målsetting	8
2	Gjennomførte tiltak	9
3	Berørte resipienter	11
4	Annen pågående overvåking	12
5	Overvåkingsprogram	13
5.1	Ferskvann	13
5.2	Marin resipient	14
6	Rapportering	18
7	Referanser	19

1 Bakgrunn

Miljødirektoratet ga Avinor pålegg om å gjennomføre tiltak for å rydde opp i PFAS-forurensset grunn ved Haugesund lufthavn (Dato: 18.04.2023), med spesifisert krav til vedtaket i vedlegg 1 datert 13.04.2023. I pålegget ble det stilt krav om utarbeiding av en detaljert tiltaksplan (krav 2.1), det vil si hvordan tiltaket skulle utføres, herunder driftsforhold, utslipp og overvåking.

Med basis i tiltaksplan for PFAS-forurensset grunn ved Haugesund lufthavn i 2022 (COWI, 2022) ble det utarbeidet en detaljerte tiltaksplan for tiltaket (COWI, 2023). Denne ble oversendt fra Avinor til Miljødirektoratet 1. juni 2023 med tilbakemelding datert 14.06.2023.

Tiltaksplanen av 2022 var basert på miljøtekniske grunnundersøkelser og en risikovurdering av blant annet det gamle nedlagte brannøvingsfeltet (BØF B) (Figur 1). Siden forurensningen ved BØFB var konsentrert og godt avgrenset vertikalt og horisontalt ble det anbefalt utgraving av massene med levering til godkjent deponi. Kost/effekt beregninger viste at utgraving av masser med konsentrasjoner $>150 \mu\text{g/kg}$ sum PFAS var den beste løsningen. Denne konsentrasjonen ble derfor anbefalt som tiltaksgrense for opprydding i PFAS-forurensset grunn. Områder med lavere sum PFAS-konsentrasjoner enn $150 \mu\text{g/kg}$ inngikk derfor ikke i tiltaket. I påleggets vedlegg 1 punkt 5.1. er det satt krav om opprydding av lokaliteten slik at grunnen i BØFB minimum tilfredsstiller sum PFAS $150 \mu\text{g/kg}$. Vedlegg 2 til pålegget viser hvilke 30 PFAS forbindelser som er inkludert i sum PFAS. For øvrige relevante stoffer ble akseptgrensen satt til Helsebasert tilstandsklasse 3.

Dette dokumentet svarer ut krav i vilkår 7.3. i pålegget og presenterer overvåkingsprogram for overvåking etter tiltak. Hensikten med den videre overvåkingen er å dokumentere:

- reduksjon i spredning av PFAS med grunnvann.
- effekter av de gjennomførte tiltakene over tid i berørte resipienter.



Figur 1. Haugesund lufthavn, lokalisert på Karmøy. Rød pil markerer plassering av det nedlagte brannøvingsfeltet (BØFB).

1.1 Målsetting

Overvåkingsprogrammet skal sette rammer for overvåkingen når den tiltaksrettede overvåkingen avsluttes. Overvåkingen skal dokumentere at målet om redusert utlekking og spredning av PFAS fra det nedlagte brannøvingsfeltet BØFB oppnås.

2 Gjennomførte tiltak

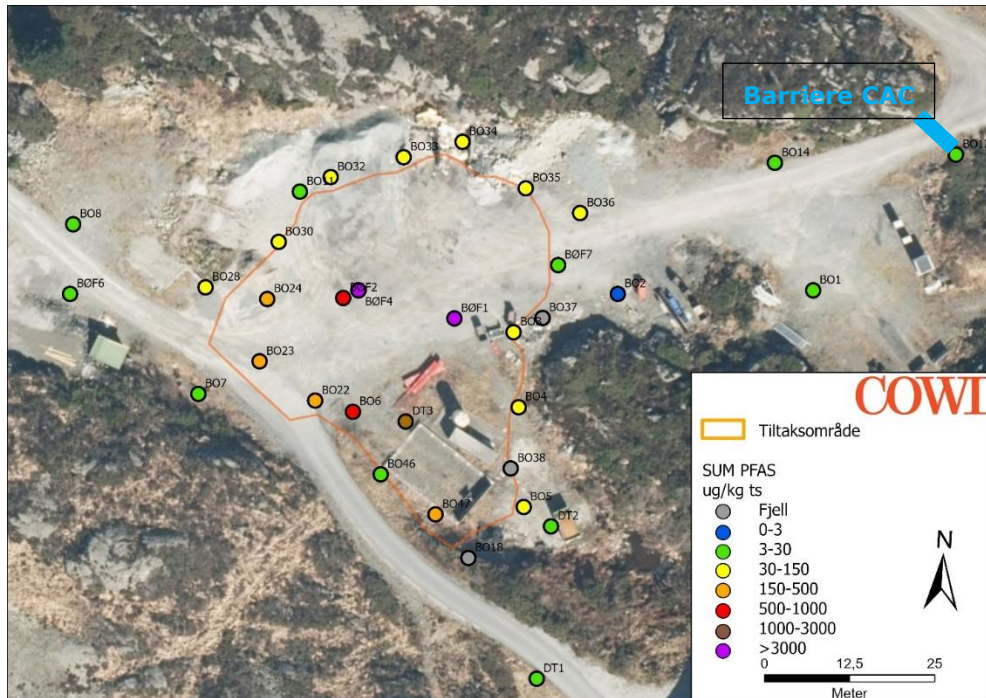
Tiltaksområdet ved BØFB er beregnet å være ca. 1900 m² og er vist med orange strek i Figur 2. I perioden 25.08.23 til 18.10.23 gravde entreprenør Vassbakk og Stol AS ut, og leverte, 7.401,8 tonn PFAS forurensset masse til Raudsand Massemottak.

BØFB ligger i et tidligere myrområde, hvor det stedvis var humusrik jord over grå siltig leire. Den vertikale utbredelsen av PFAS-forurensset jord varierte fra ca 1 m til ca 5 m. Den siltige leiren under myr-avsetningene ble dokumentert å være ren ved kjemisk analyse, og ble derfor liggende. I øvrige områder ble det gravet ned til fjell.

Grunnvannet på BØFB sto ca 1 m under topp terreng. For å kunne utføre utgravingen mest mulig tørt ble grunnvannstanden senket ved å pumpe vannet ut til renseanlegg. Renseanlegget ble driftet av Nordisk Vannteknikk AS. Anlegget rensset totalt 4278 m³ vann. Vannet ble først ledet gjennom et sedimantasjonskammer, deretter gjennom kullfilter. Det ble tatt prøver av vann før og etter rensing. Sedimentert materiale og filtermasser ble deponert sammen med andre PFAS-forurensede masser.

For å redusere mengde vann for senking av grunnvannstand ble terrengvann fra omkringliggende områder avskåret og ledet utenom tiltaksområdet. Figur 5 illustrerer løsningen som ble benyttet rundt tiltaksområdet.

Det ble etablert en barriere nedstrøms BØFB før tiltaket med utgraving av masser på BØFB ble igangsatt. Barrieren er etablert som et ekstra tiltak for å redusere spredning av PFAS med grunnvannet fra tiltaksområdet og ut i nedenforliggende areal og resipient. Hovedtiltaket mot spredning fra utgravingen på Haugesund har vært å grave tørt med hjelp av pumping av grunnvann med påfølgende rensing. Barrieren er etablert i tillegg for å teste barriere som en ny metodikk for å ytterligere redusere avrenning. Selve barrieren består av sand og kolloidalt aktivt kull (CAC) plassert i en utgravd renne 10 m lang, ca 5 m bred like under topp terreng og 3 m bred i bunn av rennen. Det ble gravd til fjell. Arbeidet med etablering av barriere ble utført 3.7 – 6.7.23.



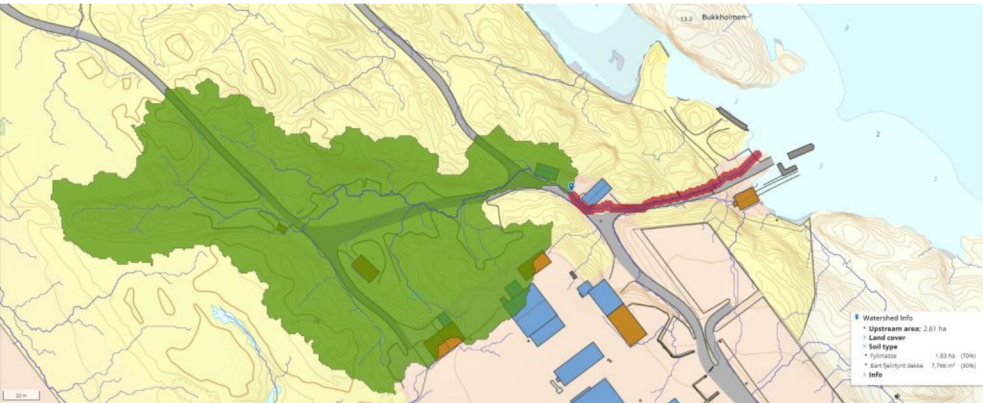
Figur 2. Tiltaksområdet (heltrukken orange linje) og prøvepunkter for uttak av jordprøver med tilhørende PFAS-forurensning angitt med fargeskala ved det nedlagte brannøvningsfeltet (BØFB) ved Haugesund lufthavn. Blå strek viser plassering av barriere med kolloidalt aktivt kull (CAC) nedstrøms BØFB.

3 Berørte resipienter

Haugesund lufthavn ligger på et høydedrag i nordvest-sørøstlig retning hvor BØFB ligger i skråningen mot øst. Avrenning fra BØFB er kun til Visnesbukta, og regnes derfor som resipient for overflatevann og grunnvann fra BØFB (Figur 3 og Figur 4). Overvåkingen blir derfor konsentrert om avrenning fra tiltaksområdet, målet i kummer og miljøbrønner, og i resipienten Visnesbukta.



Figur 3. Haugesund lufthavn med resipient Visnesbukta som mottar vann fra tiltaksområdet BØFB (rød sirkel).



Figur 4. Nedbørsfelt ved BØFB ved Haugesund lufthavn, beregnet i Scalgo Live.

4 Annen pågående overvåking

Lufthavndrift AS ved Haugesund lufthavn overtok driften av lufthavna fra Avinor AS 12.mai 2019. Dette innebar at tillatelse etter forurensningsloven ble overført til Lufthavndrift AS 28. mars 2019. Overvåkingen omfatter miljøbrønner, avløp, oljeutskiller (ved nytt brannøvingsfelt BØFA), samt prøver av sjøvann for innhold av PFAS. I tillegg utføres overvåking av glykol, olje og metaller i regi av drift av lufthavnen.

Overvåkingen foretas 2 ganger i året, i april og i august. I tillegg prøvetas sediment i sjøresipient hvert 5. år, hvor sist prøvetaking ble utført i 2021. Det vil være naturlig å samordne denne overvåkingen med overvåking etter tiltak.

5 Overvåkingsprogram

Hensikten med tiltaket som er gjennomført på BØFB er å redusere utlekking og spredning av PFAS til resipient. Overvåkingsprogrammet skal dokumentere at dette oppnås. Prøvene analyseres for minimum 30 PFAS-forbindelser i henhold til pålegg fra Miljødirektoratet.

Etter tiltak vil det gå en stund før forholdene på stedet normaliseres, og grunnet utlekking av gjenliggende mengder PFAS på omkringliggende arealer vil full effekt av tiltaket ikke sees før det har gått en tid. Det foreslås derfor at overvåkingen i de første par år etter gjennomførte tiltak i hovedsak rettes mot å dokumentere effekter av tiltaket i form av redusert utlekking og spredning fra brannøvingsfeltene. Dette måles i kummer og miljøbrønner, det vil si før vannet når resipient, samt et punkt i innblandingssonen i resipient. Det må forventes at det vil kunne ta lang tid før man ser målbare effekter av tiltakene i berørt resipient. Oppfølgende prøvetaking av sediment og biota i resipient vil derfor i utgangspunktet først være aktuelt etter at man har dokumentert en redusert utlekking og spredning av PFAS som følge av gjennomførte tiltak.

På bakgrunn av dette, er det ikke definert kriterier for når overvåkingen skal avsluttes. I utgangspunktet vil overvåkingen videreføres inntil resultater tilsier at effekter av tiltakene er tilstrekkelig dokumentert, og det ikke foreligger målinger som tilsier at det fortsatt er vesentlige kilder til utlekking og spredning av PFAS fra det aktuelle tiltaksområdet. En eventuell avslutning av overvåkingen vil skje i samråd med Miljødirektoratet.

5.1 Ferskvann

Ferskvann i tiltaksområdet er tilgjengelig for prøvetaking i miljøbrønner og overvannskummer vist i Figur 5.

5.1.1 Barriere

Overvåking av barrieren utføres ved prøvetaking av vann i miljøbrønn MB7 og MB5 en gang per måned i 6 måneder etter tiltaksslutt. Avhengig av endring i konsentrasjon av PFAS reduseres prøvetaking og analyser til en gang per kvartal i 1 år og vurderer hyppigheten etter dette.

Brønnene tømmes for stagnert vann før prøvetaking. Brønn MB7 prøvetas for kontroll av PFAS i vann fra tiltaksområdet før barriere. MB5 prøvetas for kontroll av barrierens funksjon, etter at vannet har passert barrieren.

Avinor foreslår at om PFAS konsentrasjonen nedstrøms barrieren (brønn MB5) overstiger PFAS-konsentrasjonen oppstrøms barriere (brønn MB7) vil det vurderes om tiltak skal gjennomføres ved barrieren. Det er kjent at CAC ikke binder kortkjedede PFAS like godt som lengre PFAS forbindelser som PFOS. Dvs. at CAC barrieren har god effekt på PFOS og lengre forbindelser, og man forventer mindre effekt på bl.a. PFBS og PFBA. Første resultater fra barrieren er gode, med stor reduksjon av PFAS nedstrøms barrieren (MB5) i forhold til oppstrøm (MB7). PFBA ser man allerede at går gjennom barrieren i større grad enn lengre PFAS. Dette vil ikke nødvendigvis bedres ved å utbedre eller fjerne barrieren, og denne typen vurderinger vil inngå i helhetsvurderingen. Barrieren vil være effektiv i mange år med å binde PFAS i vann som strømmer gjennom. Overvåkingen vil vise når barrieren eventuelt når sin kapasitet. Da kan barrieren tilføres mer CAC, for ytterligere å binde PFAS i vannfasen, eller den kan fjernes. Hvilket tiltak som er mest hensiktsmessig vil vurderes når den tid kommer, og

være basert på overvåkingsdataene som da er samlet inn. Hvilke PFAS-konsentrasjoner som registreres i vann fra tiltaksområdet blir en viktig faktor i vurderingen.

5.1.2 Miljøbrønner

Miljøbrønn MB3 har vært prøvetatt over lengre tid, før tiltaket ved BØFB ble igangsatt. Denne brønnen prøvetas videre for å dokumentere generell kvalitet på grunnvannet, som er sum av vann som har passert barrieren og vann som har vært i kontakt med diffust forurensede masser ($<150 \mu\text{g}$ sum PFAS/kg) utenfor tiltaksområdet.

Prøvetaking, frekvens og analyser utføres som beskrevet i Figur 5 og Tabell 1

5.1.3 Overvannskummer

Vannet i overvannskum OV3 er terrengvann fra omkringliggende områder avskåret og ledet utenom tiltaksområdet til SF04 utenfor tiltaksområdet og nedstrøms barrieren. Dette er terrengvann som ikke har vært i kontakt med tiltaksområdet, men avrenning av overvann fra diffust forurensede arealer ($<150 \mu\text{g} \Sigma\text{PFAS/kg}$). Overvåking av PFAS ut i resipient med overvannet, prøvetas i OV3.

Prøvetakingsfrekvens og analyser utføres som beskrevet i Figur 5 og Tabell 1

5.1.4 Resipient

Som en forlengelse og kontroll med avrenningen fra land prøvetas stasjon VIS2-V1 i sjøen i Visnesbukta samtidig som annen vannprøvetaking på land. Ved de supplerende og avgrensede undersøkelsene i 2021 (COWI, 2022) ble det også tatt vannprøver i dette punktet, og PFAS ble da påvist (137 og 190 ng $\Sigma\text{PFAS/l}$ på VIS2-V1 i hhv juni og november 2022). Prøvetakingen utføres på fallende sjø for å få et bilde av utlekking fra BØF, klokkeslett for prøvetaking noteres.

Prøvetakingsfrekvens og analyser utføres som beskrevet i Figur 6 og Tabell 1.

5.2 Marin resipient

Overvåking av den marine resipienten Visnesbukta igangsettes når man har dokumentert en redusert utlekking og spredning av PFAS via grunnvann som følge av gjennomførte tiltak på BØFB.

Overvåkingen vil omfatte følgende momenter. Det kan være aktuelt å justere programmet avhengig av hva overvåkingen i ferskvann viser.

5.2.1 Sjøvann

Før tiltaket på BØFB ble det tatt vannprøver i sjø ved flere anledninger, uten at PFAS ble påvist.

Det er viktig at prøvene tas på fallende sjø (gjørne i siste halvdel av tidevannsyklusen før sjøen igjen begynner å stige), siden ferskvannet fra land da renner ut i sjøen. På stigende sjø presses ferskvannet tilbake. Siden ferskvann er lettere enn sjøvann, og PFAS er overflateaktive stoffer, bør prøvene tas i overflatelaget.

Det tas vannprøver på 1 stasjon i Visnesbukta 2 ganger i året (REF-02) i 2 år (se Tabell 1, Figur 5 og Figur 6). Om det ikke påvises betydelige PFAS konsentrasjoner på stasjonen vil det vurderes å tas den ut av programmet. Stasjonen er plassert i en gradient fra hovedtilførselen av ferskvann fra tiltaksområdet ut i sjø, og utover i Visnesbukta.

Prøvene analyseres for minimum 30 PFAS-forbindelser i henhold til pålegg fra Miljødirektoratet.

5.2.2 Sediment

Tidligere undersøkelser viser at PFAS fra BØFB i liten grad sedimenter i Visnesbukta. Sedimentene har lave konsentrasjoner av PFAS. Siden sedimenttilveksten er lav vil det ha liten hensikt å utføre sedimentundersøkelser oftere enn hver 3. eller 5. år, første prøvetaking samkjøres med lufthavna sin planlagte sedimentprøvetaking i 2026. For å spore eventuell endring i sedimentkvalitet bør prøvene tas av den øvre 1 cm av sedimentet.

Prøvene tas i tre punkter, dvs. 2 stasjoner pluss referanse, vist i Figur 5 og Figur 6 og Tabell 1. Prøvene tas i dyprenna i Visnesbukta. Prøvene analyseres for 30 PFAS-forbindelser i henhold til pålegg fra Miljødirektoratet.

5.2.3 Biota

Tidligere innsamling av biota fra Visnesbukta har vist at det kan være vanskelig å fange tilstrekkelig med torsk (*Gadus morhua*), som ofte prøvetas med tanke på konsum. Det har derfor tidligere vært analysert en rekke arter av fisk fra Visnesbukta for analyse av PFAS-forbindelser. Ved siste undersøkelse i 2022 ble det påvist høyere konsentrasjoner av PFAS i fiskelever fra Visnesbukta enn i fiskelever fra referansestasjonen (COWI, 2023). Konsentrasjonen av PFAS i muskel (filet), var imidlertid omtrent den samme i fisk fra de to områdene.

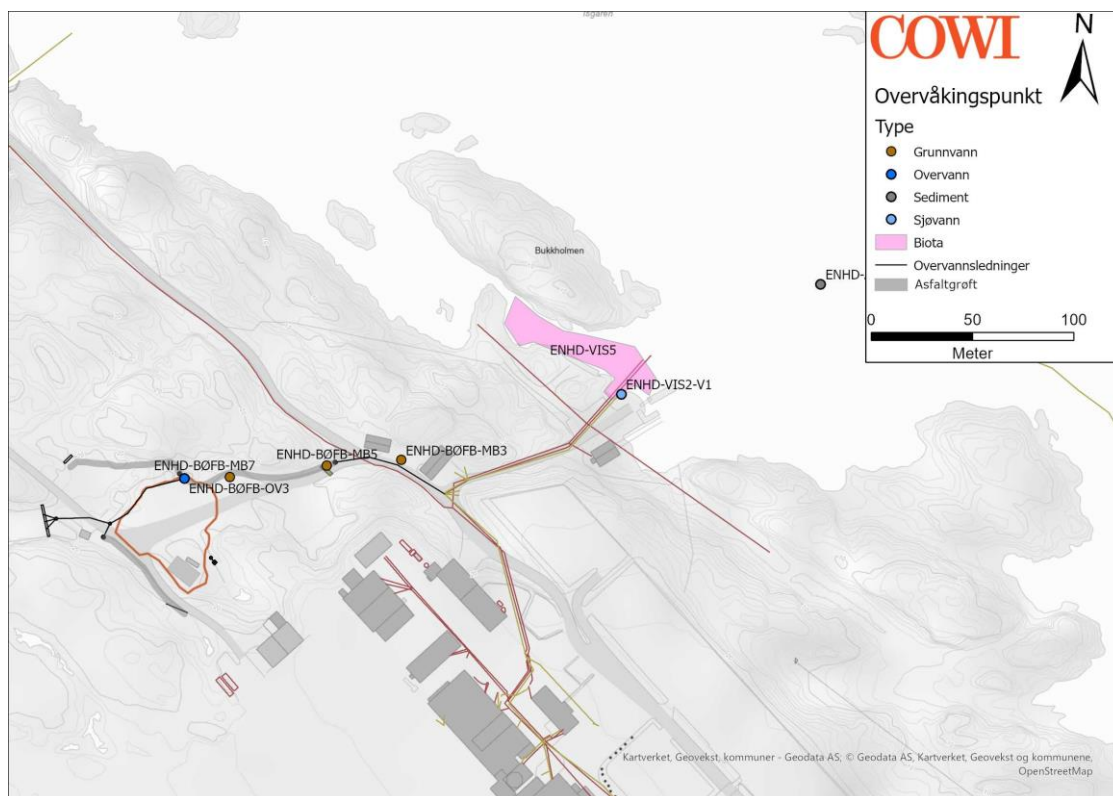
Av strandbiota har albusnegl (*Patella vulgata*) vist seg å være egnet for overvåking av PFAS i marin resipient, også ved Haugesund lufthavn. Siden PFAS er et overflateaktivt stoff blir albusnegl som beiter på alger i fjæresonen eksponert for PFAS. I tillegg er albusnegl rimelig stasjonær. Den biologiske overvåkingen konsentreres derfor om denne arten.

Albusnegl samles på to stasjoner i Visnesbukta og en referansestasjon utenfor bukta (Figur 6). Bløtde-ler av albusnegl (muskel) analyseres for 30 PFAS-forbindelser i henhold til pålegg fra Miljødirektoratet.

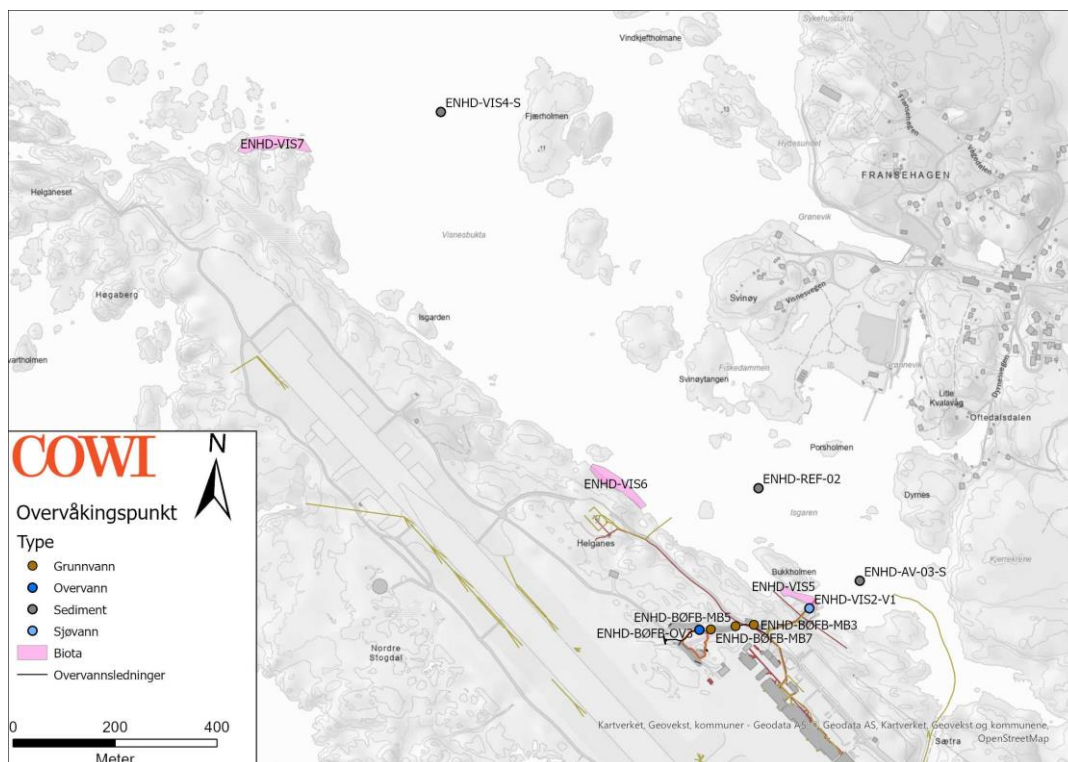
Tabell 1. Prøvetaking av grunnvann, overvann, sjøvann, sediment og biota for overvåking etter at tiltaksgjennomføring mot PFAS-forurensning på BØFB ved Haugesund lufthavn.

Stasjon	Medium	Frekvens	Kommentar
ENHD-BØFB-MB3	Grunnvann	Månedlig i 6 mnd. etter tiltaket er gjennomført, deretter hvert kvartal (frekvens vurderes)	Brønner tømmes for stagnant vann før prøvetaking
ENHD-BØFB-MB5	Grunnvann		
ENHD-BØFB-MB7	Grunnvann		
ENHD-BØFB-OV3	Overvann		
ENHD-VIS2-V1	Sjøvann med sterk grunnvannspåvirkning	Månedlig i 3 mnd., deretter kvartalsvis. Samordnes med prøvetaking av grunnvann og overvann	Prøvetakingen utføres på fallende sjø, klokkeslett for prøvetaking noteres.
ENHD-REF-02	Sjøvann	2 ganger i året i 2 år, frekvens vurderes deretter	Prøvetaking utføres på fallende sjø
ENHD-AV-03-S	Sediment	2026, 2028*	For å spore eventuell endring i sedimentkvalitet bør prøvene tas av den øvre 1 cm av sedimentet.
ENHD-REF-02S	Sediment		
ENHD-VIS4-S	Sediment		
ENHD-VIS5	Albusnegl	2026, 2029*	Samles inn over et område i fjærebeltet ved fallende sjø
ENHD-VIS6	Albuskjell		
ENHD-VIS7	Albuskjell		

* Sediment og biotaprøvetaking samkjøres med lufthavna sin prøvetaking



Figur 5. Det nedlagte brannøvningsfeltet BØFB (tiltaksområdet) på Haugesund lufthavn med plassering av miljøbrønner MB3 – MB7 (barrieren ligger mellom MB5 og MB7), samt overvannskum (OV3), og avskjærende asfaltgrøfter for rent terrengvann. Fra OV3 stuves vann opp og går i asfaltgrøft over barrieren til sandfang øst for barrieren, og videre i overvannsledning til sjø. Overvåkingsstasjonene er presentert i Tabell 1.



Figur 6. Overvåkingsstasjoner i sjø etter tiltaksgjennomføring på BØFB ved Haugesund lufthavn. Prøvepunktene er presentert i Tabell 1.

6 Rapportering

Resultatene fra overvåkingen sammenstilles fortløpende. Resultatene vurderes og danner grunnlag for eventuell justering av overvåkingsprogrammet.

Rapporter fra overvåkingen utarbeides hvert 3. år, i etterkant av prøvetaking og analyser av sediment og biota. Rapportene skal oversendes Miljødirektoratet.

7 Referanser

COWI, 2022. Tiltaksplan for PFAS-forurensset grunn som følge av brannøving – Haugesund lufthavn. Rapport A232698 – 20092322, 100 s + vedlegg.

COWI, 2023. Detaljert tiltaksplan for PFAS-forurensset grunn ved Haugesund lufthavn. Rapport A232698 – 01062023, 22 s + vedlegg.