

Avinor AS

► Kartlegging av PFAS-forurensning ved Bergen lufthavn

Plan for videre undersøkelser - i henhold til pålegg

Oppdragsnr.: 5205614 Dokumentnr.: RIM-05-ENBR Versjon: E03 Dato: 2022-02-25



Oppdragsgiver: Avinor AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Asbjørn Rasdahl
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Aina Marie Nordskog
Fagansvarlig: Lars Været og Annelene Pengerud
Andre nøkkelpersoner:

E03	2022-02-25	For godkjenning hos myndighet	Annelene Pengerud Lars Været	Lars Været Annelene Pengerud	Aina Nordskog
B02	2022-02-18	For kommentar	Annelene Pengerud Lars Været	Lars Været Annelene Pengerud	Aina Nordskog
A01	2022-02-15	For fagkontroll	Annelene Pengerud Lars Været	Lars Været Annelene Pengerud	Aina Nordskog
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. 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

Bakgrunn

Miljødirektoratet har i pålegg datert 20. oktober 2021 pålagt Avinor å utarbeide tiltaksplan for opprydding i grunn som er forurensset av per- og polyfluorerte forbindelser (PFAS) ved Bergen lufthavn. I henhold til pålegget skal det utarbeides en tiltaksplan som minimum tar for seg de to meste forurensede områdene ved lufthavnen, herunder sist nedlagte brannøvingsfelt (BØF1) og gammelt brannøvingsfelt (BØF2). Det skal også utarbeides en plan for videre kartlegging av PFAS-forurensning på lufthavnen og overvåkning av planlagte tiltak, med frist for oversendelse til Miljødirektoratet 1. mars 2022.

Tiltaksplan for opprydding i PFAS-forurensset grunn ved brannøvingsfeltene ved lufthavnen ble oversendt Miljødirektoratet i desember 2021. Det ble i tiltaksplanen foreslått tiltak med oppgraving og ekstern deponering av masser (alternativt vasking av masser) ved sist nedlagte brannøvingsfelt (BØF1). For gammelt brannøvingsfelt (BØF2) ble det ikke foreslått tiltak, da alle vurderte tiltaksalternativer kom ut med en relativt høy kostnad per kg PFAS fjernet gjennom tiltaket, samt betydelige usikkerheter knyttet til tiltakseffekter og eventuelle andre kilder som bidrar til dagens spredningssituasjon i dette området.

På bakgrunn av krav i pålegget fra Miljødirektoratet og vurderinger i tiltaksplanen er det utarbeidet en plan for videre kartlegging og undersøkelser av PFAS-forurensning ved Bergen lufthavn. Planen er delt i tre hoveddeler:

1. Kildesporing hele lufthavnen
2. Kartlegging av tilførsler til Lindevikabekken
3. Overvåkning av effekter av planlagte tiltak

Kildesporing hele lufthavnen

Kildesporing i vann vil gjennomføres ved samtidig stikkprøvetaking i totalt 33 prøvepunkter. Alle prøvepunktene representerer overflatevann (bekker/diffuse vannsig), og omfatter enkelte referansepunkter av vann som strømmer inn på lufthavnområdet, samt utstrømmende vann fra ulike deler av lufthavnen. Det er i tillegg foreslått prøvetaking av grunnvannsbrønn (DIS) ved avisingsplattform. Samlet vil de foreslåtte prøvepunktene dekke spredning fra det meste av lufthavnen, herunder spredning fra både kjente og eventuelle ukjente kilder.

I tillegg til prøvetaking av vann, vil det også utføres prøvetaking av sediment i totalt 8 punkter i eksisterende innsjøer og tjern (eks. Langavatn, Gåstjønn), samt sedimenter som har opphav i tidligere innsjøer og tjern som nå er gjenfylt (eks. Skjenavatn). En slik prøvetaking vil gi en indikasjon på om sedimenter i eksisterende og tidligere resipienter er en kilde til utlekking og spredning av PFAS, noe som også vil ha betydning for forventede effekter av planlagte tiltak for opprydding i PFAS-forurensset grunn ved lufthavnen.

På bakgrunn av de høye konsentrasjonene påvist i ørret i Lønningsbekken i 2012, foreslås det også som del av kildesporingen oppfølgende prøvetaking av ørret i denne bekken for å dokumentere om konsentrasjonsnivåer i dag er tilsvarende høye. Dette, sammen med vann- og sedimentprøver, vil kunne gi en indikasjon på om man her har en større ukjent kilde som har bidratt til utlekking og spredning over tid.

Kartlegging tilførsler Lindevikabekken

Det er i planen foreslått undersøkelser for nærmere kartlegging av spredningsveier og kvantifisering av spredningsmengder fra gammelt brannøvingsfelt (BØF2) mot Lindevikabekken, samt bidraget fra eventuelle

andre kilder som har avrenning til Lindevikabekken. En slik kartlegging vil kunne bidra til å i større grad målrette et eventuelt fremtidig oppryddingstiltak ved brannøvingsfeltet, samt redusere usikkerheter knyttet til forventede effekter av tiltakene.

Det er foreslått etablering av totalt 13 grunnvannsbrønner innenfor det topografiske nedbørfeltet til Lindevikabekken, hovedsakelig i løsmasser, men supplert med borebrønner i berg der dette anses hensiktsmessig for å avdekke spredningsveier via sprekker i berg. Det er også foreslått en grunnvannsbrønn i berg for å avdekke spredning mot nord (utenfor Lindevikabekkens topografiske nedbørfelt). Samtlige brønner måles inn, og instrumenteres med automatiske sensorer for vannivå. Det er også foreslått flere prøvepunkter i overvann/sigevann, som vil prøvetas sammen med brønnene, da disse prøvepunktene i stor grad representerer utstrømmende grunnvann fra ulike deler av området.

Overvåkning effekter av tiltak

Det er i tiltaksplanen for brannøvingsfeltene foreslått tiltak med oppgraving og ekstern deponering av masser (alternativt vasking av masser) ved sist nedlagte brannøvingsfelt (BØF1), med planlagt gjennomføring i 2022. Det foreslåtte tiltaket omfatter oppgraving og ekstern deponering av alle masser innenfor sentrale deler av brannøvingsfeltet med konsentrasjon av Σ PFAS >150 µg/kg og med konsentrasjon av Σ PFAS >500 µg/kg i skogsområde nord for feltet, og vil medføre at om lag 14,8 kg PFAS fjernes fra lokaliteten. Det foreslåtte tiltaket vil gi en beregnet reduksjon i spredningsmengde fra feltet på >90% sammenliknet med dagens situasjon.

Miljødirektoratet har i pålegget påpekt viktigheten av undersøkelser for å kartlegge eventuelle andre kilder som vil bidra til en spredning av PFAS etter gjennomførte tiltak. I denne sammenheng vil det være helt sentralt å også fremskaffe en god dokumentasjon på faktiske effekter av de gjennomførte tiltakene, i form av spredningsreduksjon og effekter i berørte resipienter. Dette vil dokumenteres gjennom prøvetaking av vann og biota i aktuelle spredningsveier og primærresipient Langavatn.

En plan for fremtidig overvåkning foreslås utarbeidet etter at man har dokumentert effekter av gjennomførte tiltak ved sist nedlagte brannøvingsfelt (BØF1). Resultater fra kildesporingen vil og være sentrale i utarbeidelsen av en slik plan. Plan for fremtidig overvåkning vil da også omfatte resipientundersøkelse med prøvetaking av aktuell biota i Raunefjorden.

► Innhold

1	Innledning	6
1.1	Pålegg fra Miljødirektoratet	6
1.2	Utarbeidet tiltaksplan	6
1.3	Plan for videre undersøkelser	6
2	Kildesporing hele lufthavnen	7
2.1	Bakgrunn	7
2.2	Plan for undersøkelser	9
2.2.1	Vann	9
2.2.2	Sediment	9
2.2.3	Biota	9
3	Kartlegging tilførsler Lindevikabekken	14
3.1	Bakgrunn	14
3.2	Plan for undersøkelser	15
4	Overvåkning effekter av tiltak	17
4.1	Bakgrunn	17
4.2	Plan for undersøkelser	17
5	Fremdriftsplan	19
6	Referanser	20
7	Vedlegg	21
	Vedlegg 1	Oversikt prøvepunkter kildesporing
	Vedlegg 2	Analyseparametere PFAS

1 Innledning

1.1 Pålegg fra Miljødirektoratet

Miljødirektoratet har i pålegg datert 20. oktober 2021 pålagt Avinor å utarbeide tiltaksplan for opprydding i grunn som er forurensset av per- og polyfluorerte forbindelser (PFAS) ved Bergen lufthavn [1]. I henhold til pålegget skal det utarbeides en tiltaksplan som minimum tar for seg de to meste forurensede områdene ved lufthavnen, herunder sist nedlagte brannøvingsfelt (BØF1) og gammelt brannøvingsfelt (BØF2). Det skal også utarbeides en plan for videre kartlegging av PFAS-forurensning på lufthavnen og overvåkning av planlagte tiltak, med frist for oversendelse til Miljødirektoratet 1. mars 2022.

Krav til videre undersøkelser er gitt i påleggets vilkår 6 «Plan for videre oppfølging, kartlegging, risikovurdering og overvåkning» [1]. Planen skal inneholde følgende:

- 6.1 *Planen skal foreslå et prøvetakingsprogram som kan avdekke om det finnes andre PFAS-kilder av betydning på Bergen lufthavn og om det er hensiktsmessig å vurdere tiltak ved disse.*
- 6.2 *Plan for fremtidig overvåkning, der flere typer biota inngår, f.eks. strandlevende organismer fra forskjellige områder rundt lufthavnen.*
- 6.3 *Forslag til fremdriftsplan for å gjennomføre disse undersøkelsene og frist for rapportering.*

1.2 Utarbeidet tiltaksplan

Tiltaksplan for opprydding i PFAS-forurensset grunn ved brannøvingsfeltene ved lufthavnen ble oversendt Miljødirektoratet i desember 2021 [2]. Det ble i tiltaksplanen foreslått tiltak med oppgraving og ekstern deponering av masser (alternativt vasking av masser) ved sist nedlagte brannøvingsfelt (BØF1). For gammelt brannøvingsfelt (BØF2) ble det ikke foreslått tiltak, da alle vurderte tiltaksalternativer kom ut med en relativt høy kostnad per kg PFAS fjernet gjennom tiltaket, samt betydelige usikkerheter knyttet til tiltakseffekter og eventuelle andre kilder som bidrar til dagens spredningssituasjon i dette området.

For gammelt brannøvingsfelt (BØF2) ble det vurdert som mer hensiktsmessig at det utføres ytterligere kartlegging og undersøkelser på feltet, for å bedre kunne målrette et eventuelt senere tiltak, samt redusere usikkerheter knyttet til forventede effekter av tiltakene. Det ble her bemerket at kostnadsbildet for de vurderte tiltaksalternativene ikke forventes vesentlig endret som følge av undersøkelsene, men at supplerende undersøkelser vil kunne gi et langt bedre grunnlag for å treffe riktig tiltak [2].

1.3 Plan for videre undersøkelser

På bakgrunn av krav i pålegget fra Miljødirektoratet og vurderinger i tiltaksplanen er det utarbeidet en plan for videre kartlegging og undersøkelser av PFAS-forurensning ved Bergen lufthavn. Planen er delt i tre hoveddeler som omtales nærmere i påfølgende kapitler:

1. Kildesporing hele lufthavnen
2. Kartlegging av tilførsler til Lindevikabekken
3. Overvåkning av effekter av planlagte tiltak

For gjennomgang av historisk aktivitet, tidligere utførte undersøkelser og forurensningssituasjonen ved lufthavnen vises det til tiltaksplanen [2].

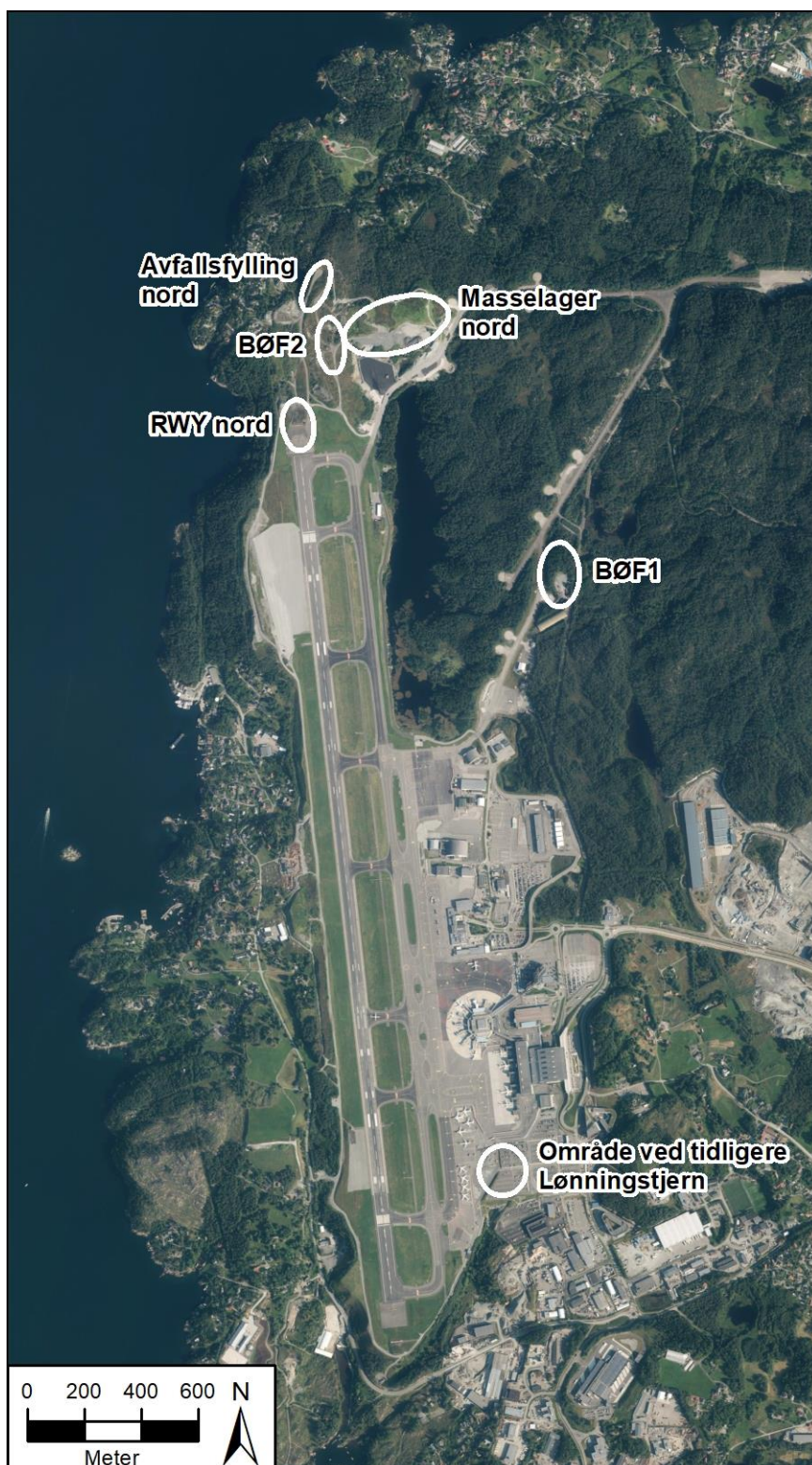
2 Kildesporing hele lufthavnen

2.1 Bakgrunn

I utarbeidet tiltaksplan er det gjort en gjennomgang av historisk aktivitet og pekt på mulige PFAS-forurensede lokaliteter ved lufthavnen [2]. Lokalitetene er vist i Figur 2-1. Enkelte av disse har kjent PFAS-forurensning (eks. brannøvingsfeltene BØF1 og BØF2), mens andre er angitt som mulig forurensede (eks. masselager nord, område ved tidligere Lønningstjern), da forurensningssituasjonen ved disse ikke er tilstrekkelig kartlagt per i dag. Foreliggende informasjon om intern forflytning og deponering av masser og påvisninger av PFAS i vann og biota i resipienter for avrenning fra disse områdene, tilsier imidlertid mulig PFAS-forurensning i disse områdene.

Som følge av dette har Miljødirektoratet pålagt Avinor å gjennomføre en kildesporing for å kunne avdekke om det er kilder som bidrar med avrenning og spredning av PFAS fra lufthavnen, utover de kilder som er identifisert og kartlagt per i dag [1]. Miljødirektoratet skriver i pålegget at de «... mener det kan være hensiktsmessig å gjennomføre en kildesporing, ved å prøveta samtlige bekker og elver på lufthavnen, og ut fra nye og tidligere resultater beregne mengde PFOS/sum-PFAS som spres via de ulike vannveiene. I tillegg kan det være hensiktsmessig å ta sedimentprøver i vann og bekker utenfor lufthavnen. Dette kan bidra til et bedre bilde av PFAS-kilder og spredningsveier. Vi legger til grunn at undersøkelsene vil gi et bedre grunnlag for å vurdere risiko for lokal påvirkning, og for å vurdere hvor mye PFAS som fortsatt vil være kilde til utlekking etter gjennomførte tiltak som foreslås i tiltaksplanen. Vi har stilt krav om at Avinor skal vurdere hvilke prøver som bør tas. Dette inngår i krav 6.1 og 6.2 som del i utarbeidelse av plan for videre kartlegging.

Kravet under punkt 6 innebærer også at Avinor må finne ut hvordan kilder som tilfører PFAS til Lindevikabekken skal identifiseres og kvantifiseres. Vi stiller også krav til at planen skal beskrive hvordan kartlegging av kilder til PFAS påvist i Lønningsbekken og Gåstjørnsbekken skal gjennomføres.»



Figur 2-1: Kjente og mulig PFAS-forurensede lokaliteter basert på kjennskap til historisk bruk av brannskum og masselagring på lufthavnen. Figur hentet fra tiltaksplan [2].

2.2 Plan for undersøkelser

2.2.1 Vann

Kildesporing i vann vil gjennomføres ved samtidig stikkprøvetaking i totalt 33 prøvepunkter som vist i Figur 2-2 og Figur 2-3. En oversikt over prøvepunkter er også gitt i Vedlegg 1. Alle prøvepunktene representerer overflatevann (bekker/diffuse vannsig), og omfatter enkelte referansepunkter av vann som strømmer inn på lufthavnområdet, samt utstrømmende vann fra ulike deler av lufthavnen. Det er i tillegg foreslått prøvetaking av grunnvannsbrønn (DIS) ved avisingsplattform. Samlet vil de foreslåtte prøvepunktene dekke spredning fra det meste av lufthavnen, herunder spredning fra både kjente og eventuelle ukjente kilder.

Samtidig stikkprøvetaking vil gi et mål på konsentrasjonsnivåer i de ulike punktene under like avrenningsforhold, og vil sammen med estimat på vannmengder (vannføring ved prøvetakingstidspunktet) gi et grunnlag for å kvantifisere det relative bidraget fra ulike kildeområder. Det vil først gjennomføres en prøvetakingsrunde med prøvetaking i alle punkter, for deretter å vurdere behov for videre prøvetaking og eventuell tilpasning av prøvepunkter i enkelte delområder. Flere av de foreslåtte prøvepunktene inngår i lufthavnenes miljøovervåkning (MOV), og er derfor prøvetatt flere ganger tidligere. Det foreligger derfor god dokumentasjon på forventet variasjon i konsentrasjonsnivåer i disse prøvepunktene, og disse resultatene vil være et nyttig supplement til vurderingsgrunnlaget sammen med resultater fra kildesporingen.

Vannprøvene analyseres for 33 enkeltforbindelser av PFAS som vist i Vedlegg 2.

Det planlegges etablering av vannføringsmålinger i totalt 4 punkter, noe som vil bidra til å gi et sikrere estimat på spredningsmengder i aktuelle punkter. Punkter for planlagte vannføringsmålinger er vist i Figur 2-4. I Lindevikabekken er det allerede etablert vannføringsmålinger (etablert våren 2021).

2.2.2 Sediment

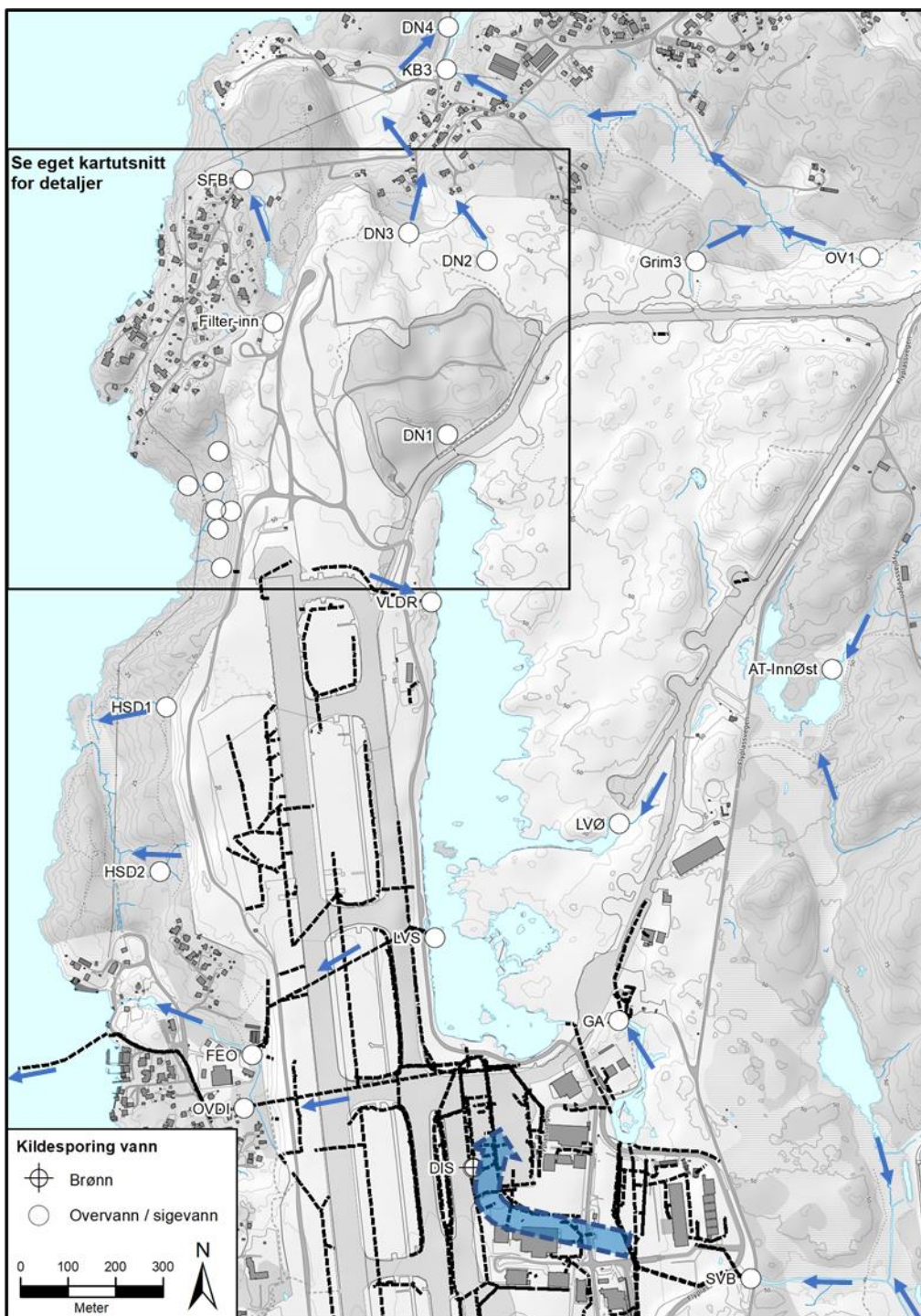
I tillegg til prøvetaking av vann, vil det også utføres prøvetaking av sediment i totalt 8 punkter som vist i Figur 2-5. Disse omfatter eksisterende innsjøer og tjern (eks. Langavatn, Gåstjønn), samt sedimenter som har opphav i tidligere innsjøer og tjern som nå er gjenfylt (eks. Skjenavatn). En slik prøvetaking vil gi en indikasjon på om sedimenter i eksisterende og tidligere resipienter er en kilde til utlekking og spredning av PFAS, noe som også vil ha betydning for forventede effekter av planlagte tiltak for opprydding i PFAS-forurensset grunn ved lufthavnen.

Sedimentprøvene analyseres for 30 enkeltforbindelser av PFAS som vist i Vedlegg 2.

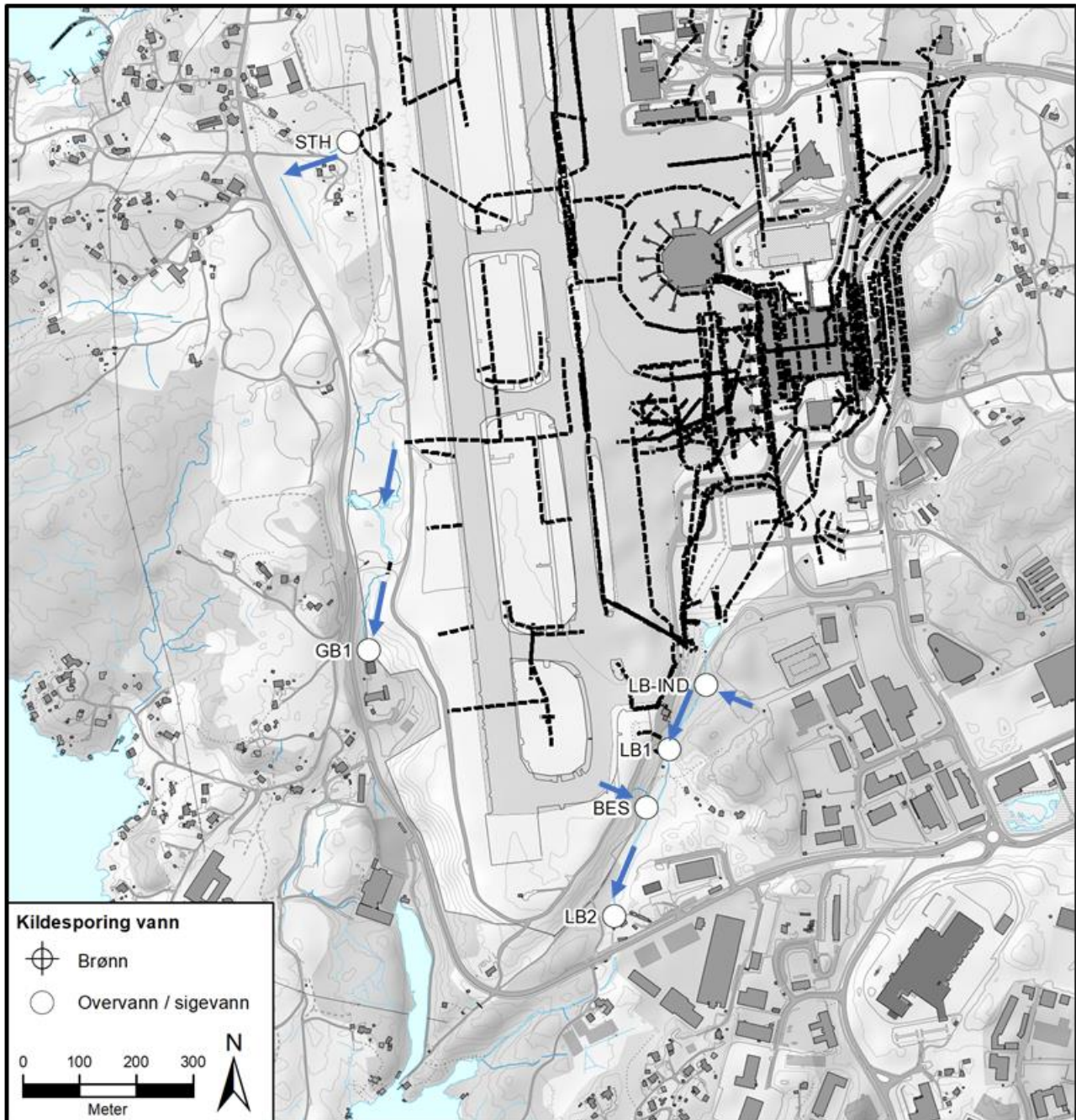
2.2.3 Biota

På bakgrunn av de høye konsentrasjonene påvist i ørret i Lønningsbekken i 2012 [3], foreslås det oppfølgende prøvetaking av ørret i denne bekken for å dokumentere om konsentrasjonsnivåer i dag er tilsvarende høye. Dette, sammen med vann- og sedimentprøver, vil kunne gi en indikasjon på om man her har en større ukjent kilde som har bidratt til utlekking og spredning over tid, og vil også kunne gi en indikasjon på om man har en mulig kilde som ikke fanges opp i eksisterende prøvepunkt for vann i bekken (LB1). Det er derfor også som del av kildesporingen foreslått supplerende prøvepunkt for vann lenger nedstrøms i bekkeløpet (LB2; se Figur 2-3).

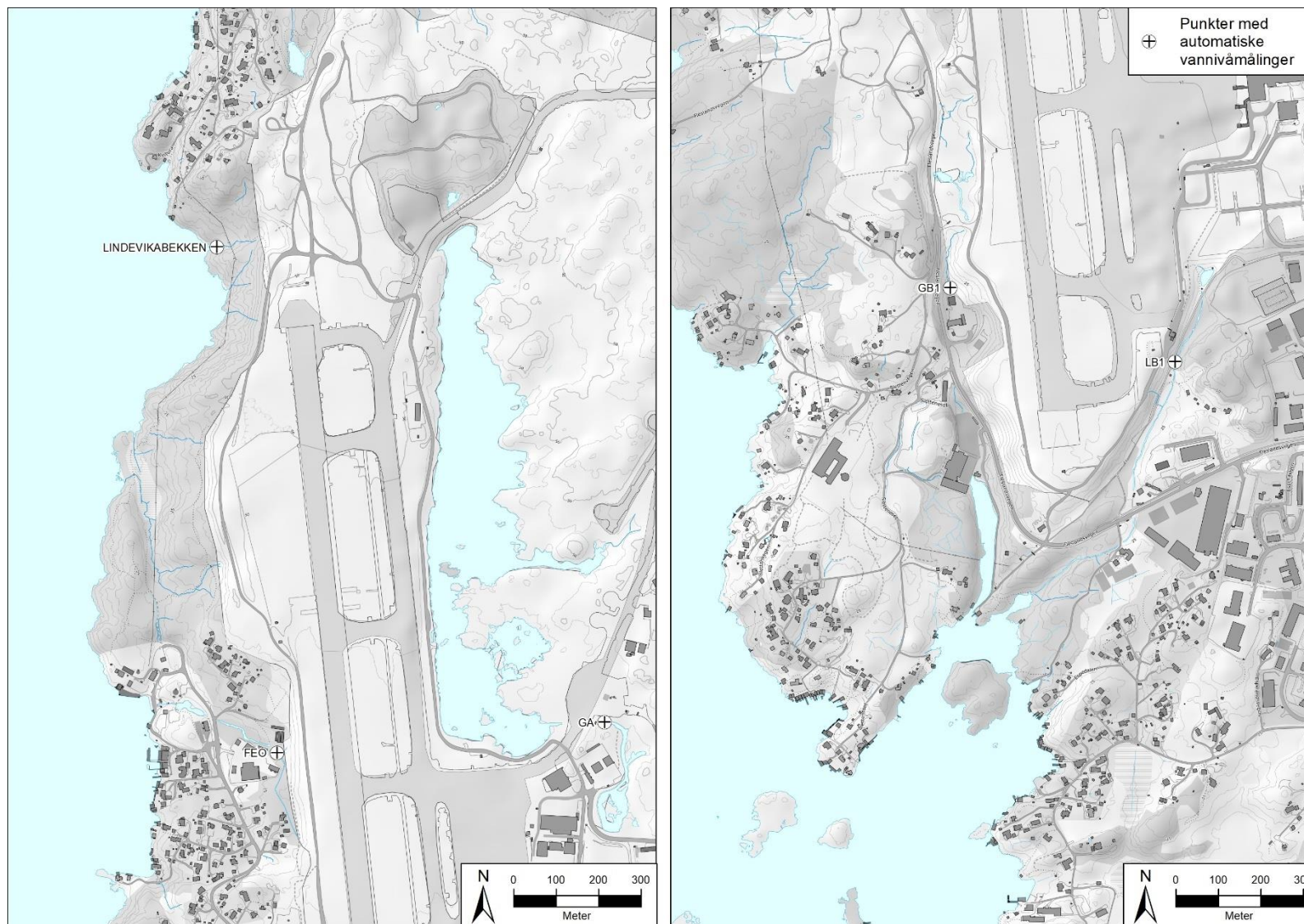
Biotaprøver analyseres for 22 enkeltforbindelser av PFAS som vist i Vedlegg 2.



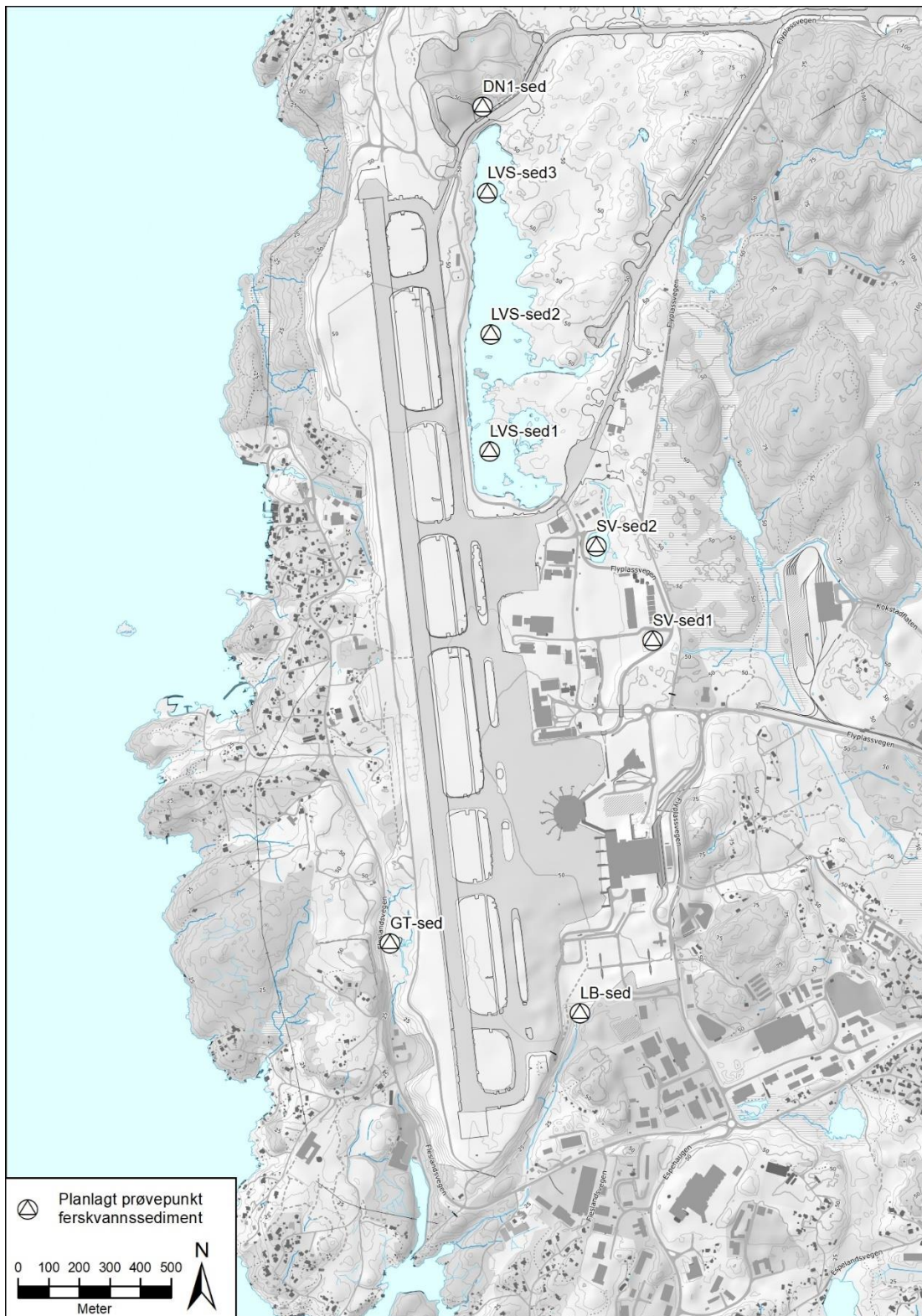
Figur 2-2: Foreslåtte prøvepunkter for kildesporing i vann (nordlig del). Eget kartutsnitt for område ved gammelt brannøvingsfelt (BØF2) og Lindevikabekken er vist i Figur 3-2. Blå piler viser antatt spredningsmønster.



Figur 2-3: Foreslåtte prøvepunkter for kildesporing i vann (sørlig del). Blå piler viser antatt spredningsmønster.



Figur 2-4: Aktuelle punkter for etablering av vannføringsmålinger. I Lindevikabekken ble det etablert vannføringsmålinger i mai 2021.



Figur 2-5: Foreslåtte prøvepunkter for kildesporing i sediment.

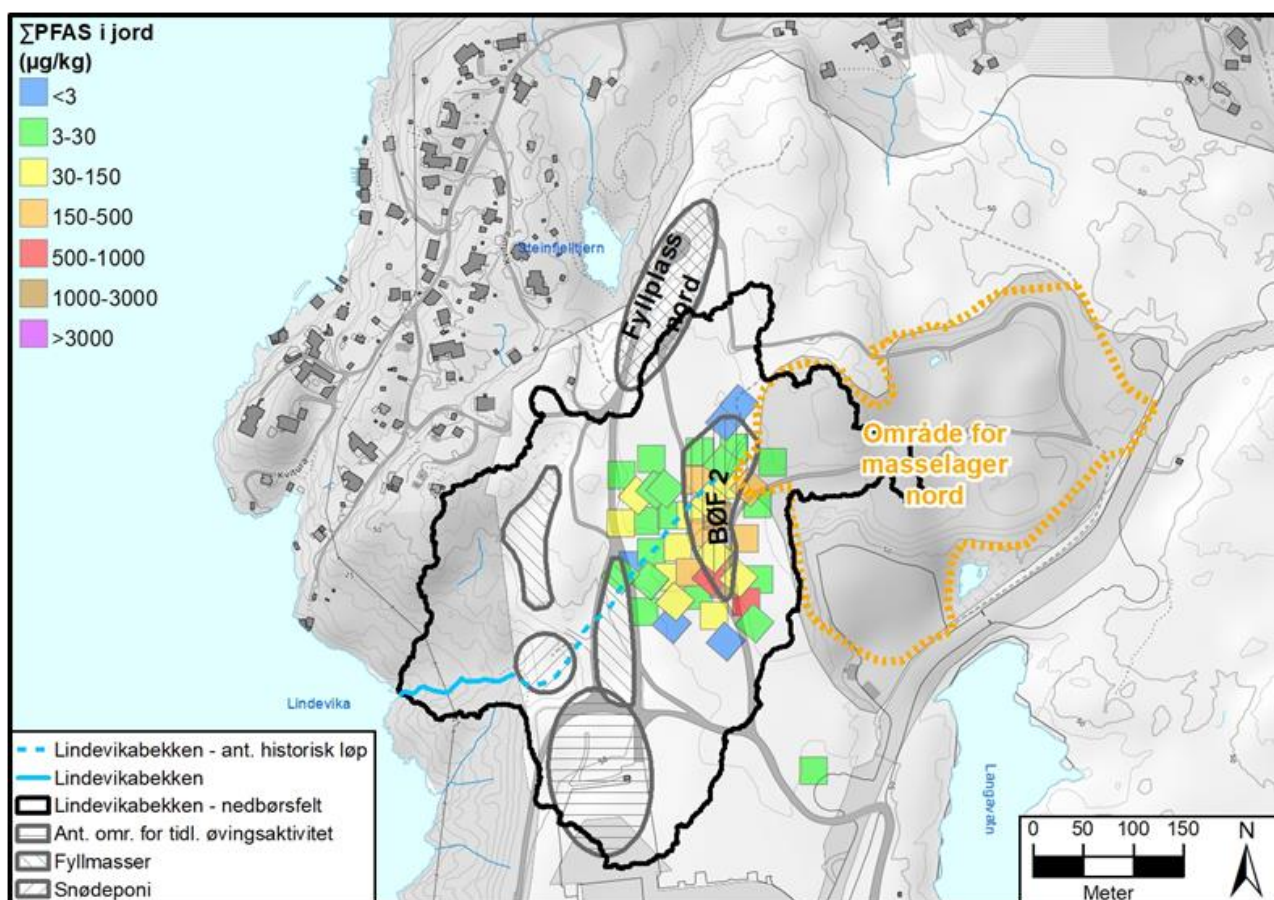
3 Kartlegging tilførsler Lindevikabekken

3.1 Bakgrunn

I pålegg om utarbeidelse av tiltaksplan har Miljødirektoratet gitt begrunnelse for utvalgte krav i pålegget [1]. Som del av plan for videre oppfølging, kartlegging og overvåkning er det blant annet presisert at «(...) Avinor må finne ut hvordan kilder som tilfører PFAS til Lindevikabekken skal identifiseres og kvantifiseres».

Med bakgrunn i dette kravet, samt utførte tiltaksvurderinger for gammelt brannøvingsfelt (BØF2), ble det i tiltaksplanen foreslått ytterligere kartlegging og undersøkelser for å bedre kunne målrette et eventuelt fremtidig oppryddingstiltak ved brannøvingsfeltet, samt redusere usikkerheter knyttet til forventede effekter av tiltakene [2].

Dette innebærer undersøkelser som gir grunnlag for å identifisere spredningsveier og kvantifisere spredningsmengder fra gammelt brannøvingsfelt (BØF2) mot Lindevikabekken med større sikkerhet enn i dag, samt bidraget fra eventuelle andre kilder som har avrenning til Lindevikabekken (Figur 3-1). Per i dag er ikke spredningsveier verifisert, og spredningsmengder er kun teoretisk beregnet med bakgrunn i kartlagte mengder i jord, uten tilstrekkelig datagrunnlag for å kunne kalibrere anvendt spredningsmodell og verifisere resultater fra denne [2].



Figur 3-1: Oversikt over områder med avrenning til Lindevikabekken innenfor Lindevikabekkens topografiske nedbørfelt. Resultater fra undersøkelser utført ved gammelt brannøvingsfelt (BØF2) er vist i henhold til konsentrasjonsintervaller som angitt i tegnforklaringen.

3.2 Plan for undersøkelser

Det foreslås etablering av totalt 13 grunnvannsbrønner innenfor det topografiske nedbørfeltet til Lindevikabekken, hovedsakelig i løsmasser, men supplert med borebrønner i berg der dette anses hensiktsmessig for å avdekke spredningsveier via sprekker i berg. Det er også foreslått en grunnvannsbrønn i berg for å avdekke spredning mot nord (utenfor Lindevikabekkens topografiske nedbørfelt). Forslag til plassering av brønner er vist i Figur 3-2. I figuren vises også prøvepunkter i overvann/sigevann, som vil inkluderes i kartleggingen sammen med brønnene, da disse prøvepunktene i stor grad representerer utstrømmende grunnvann fra ulike deler av området. Foreløpig omfang og plassering av brønner og andre prøvepunkter er foreslått med tanke på at prøvetaking og nivåmålinger skal kunne:

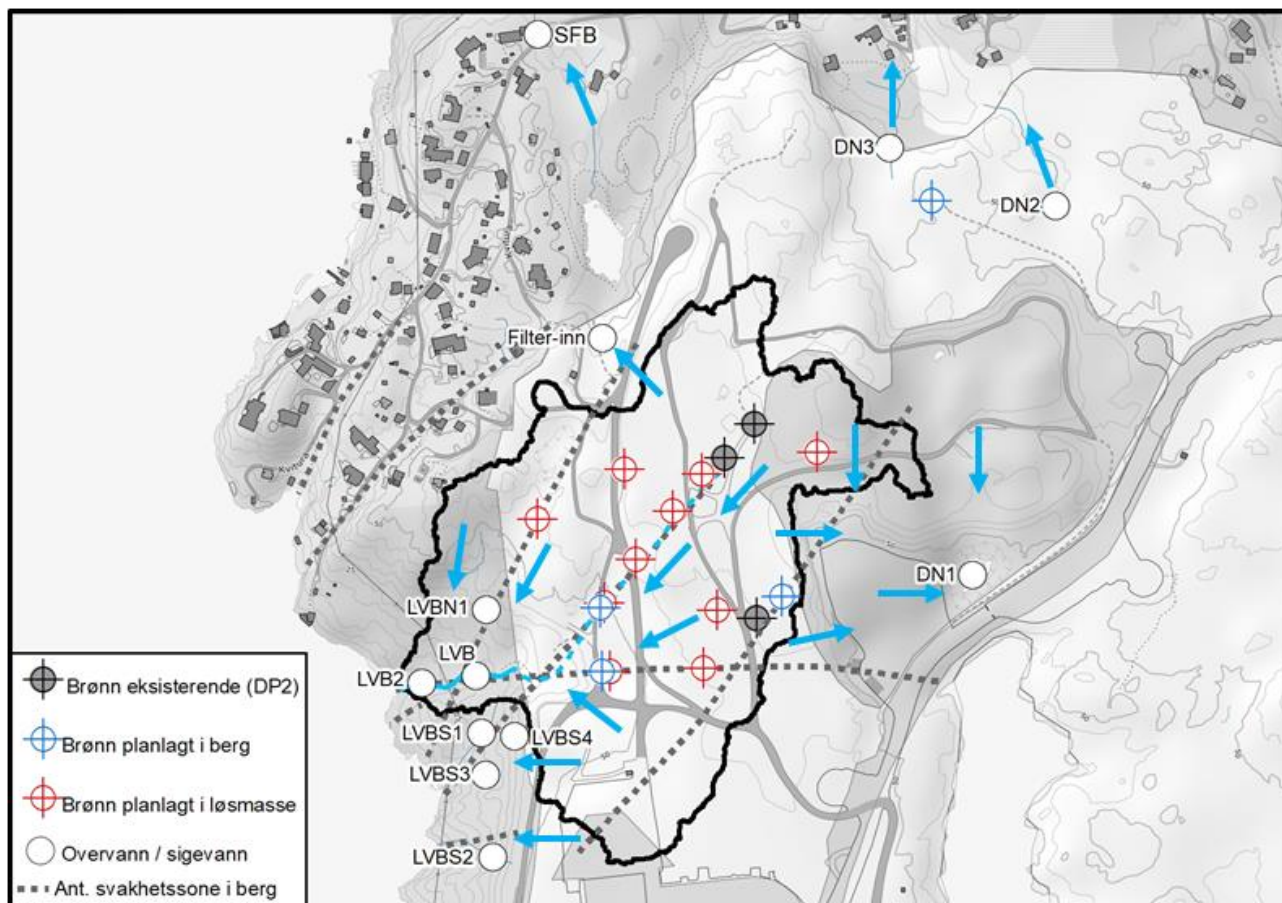
- Identifisere diffus spredning fra kartlagt område på brannøvingsfeltet mot Lindevikabekken (brønnrekker normalt på antatt strømningsretning).
- Identifisere mulig preferert strømning og spredning langs Lindevikabekkens historiske løp som er fylt over i flere omganger etter 1970, og langs andre tidligere forsøkninger tilknyttet antatte svakhetssoner i berg (brønner langs tidligere bekkeløp og andre antatte svakhetssoner).
- Verifisere strømningsretning for grunnvann generelt gjennom automatiske målinger av grunnvannstand.
- Mulighet for å avdekke spredning via sprekker i berg (målrettet etablering av brønner i berg).
- Sannsynliggjøre/avdekke andre kilder mellom kartlagt område på BØF2 og Lindevikabekken (brønner i eller rett nedstrøms områder med kjent utfylling, med mulighet for uttak av blåseprøver under brønnetablering for kjemisk analyse dersom massene er egnet for dette).
- Kildesporing målrettet mot mulig kildeområde under nordre rullebaneforlengelse (brønn ved fyllingsfot mot nord, samt vannprøver fra flere bekker/sig vest for mulig kildeområde).

Ved etablering av brønner legges det opp til prøvetaking av jord under boring (prøvetaking avhenger av boremetode og grunnforhold) der dette er hensiktsmessig/mulig. Foreslått brønnplassering i Figur 3-2 har tatt utgangspunkt i tidligere sjaktbeskrivelser, samt antatte svakhetssoner tolket fra flyfoto og informasjon gitt i tilgjengelige databaser (https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/). Det bemerkes likevel at komplekse grunnforhold og strømningsmønster innenfor Lindevikabekkens nedbørfelt vil kunne gi utfordringer knyttet til etablering av brønner og utforming av disse, og det kan bli behov for justeringer av plassering/utførelse. For enkelte borpunkter kan det derfor være aktuelt med forundersøkelser (fjellkontrollboringer og/eller geofysiske undersøkelser) for å sikre mest mulig optimal brønnplassering.

Samtlige brønner måles inn, og instrumenteres med automatiske sensorer for vannnivå. Brønnene og prøvepunkter i overvann/sigevann prøvetas tre ganger, og prøvene analyseres for 33 enkeltforbindelser av PFAS som vist i Vedlegg 2.

Samlet anses disse undersøkelsene, sammen med fortsatt prøvetaking og vannføringsmålinger i Lindevikabekken, å gi et bedre grunnlag for å kunne avdekke og kvantifisere spredning fra BØF2, samt identifisere eventuelle andre kildeområder med avrenning av PFAS til Lindevikabekken.

Det er i tillegg foreslått etablering av borebrønn i berg i tilknytning til sør-nordgående svakhetssone angitt i NGUs berggrunnsdatabase, dette for å avdekke ev. spredning nordover via grunnvann i berg.



Figur 3-2: Foreslåtte supplerende undersøkelser ved gammelt brannøvingfelt (BØF2) og Lindevikabekken. I figuren vises foreslått plassering av brønner (berg og løsmasse), samt prøvepunkter i overvann/sigevann som vil prøvetas som del av undersøkelsene. Blå piler viser antatt spredningsmønster.

4 Overvåkning effekter av tiltak

4.1 Bakgrunn

Det er i tiltaksplanen for brannøvingsfeltene foreslått tiltak med oppgraving og ekstern deponering av masser (alternativt vasking av masser) ved sist nedlagte brannøvingsfelt (BØF1), med planlagt gjennomføring i 2022. Det foreslåtte tiltaket omfatter oppgraving og ekstern deponering av alle masser innenfor sentrale deler av brannøvingsfeltet med konsentrasjon av Σ PFAS >150 $\mu\text{g/kg}$ og med konsentrasjon av Σ PFAS >500 $\mu\text{g/kg}$ i skogsområde nord for feltet, og vil medføre at om lag 14,8 kg PFAS fjernes fra lokaliteten. Det foreslåtte tiltaket vil gi en beregnet reduksjon i spredningsmengde fra feltet på >90% sammenliknet med dagens situasjon [2].

Miljødirektoratet har i pålegget påpekt viktigheten av undersøkelser for å kartlegge eventuelle andre kilder som vil bidra til en spredning av PFAS etter gjennomførte tiltak [1]. I denne sammenheng vil det være helt sentralt å også fremskaffe en god dokumentasjon på faktiske effekter av de gjennomførte tiltakene, i form av spredningsreduksjon og effekter i berørte resipienter. Dette dokumenteres best gjennom prøvetaking i aktuelle spredningsveier og berørte primærresipienter (eks. Langavatn) nærmest mulig de aktuelle kildene, hvor effekter i en større sekundærresipient, som eks. Raunefjorden, vil kunne være vanskeligere å dokumentere da disse også i stor grad vil avhenge av det relative bidraget fra andre kilder.

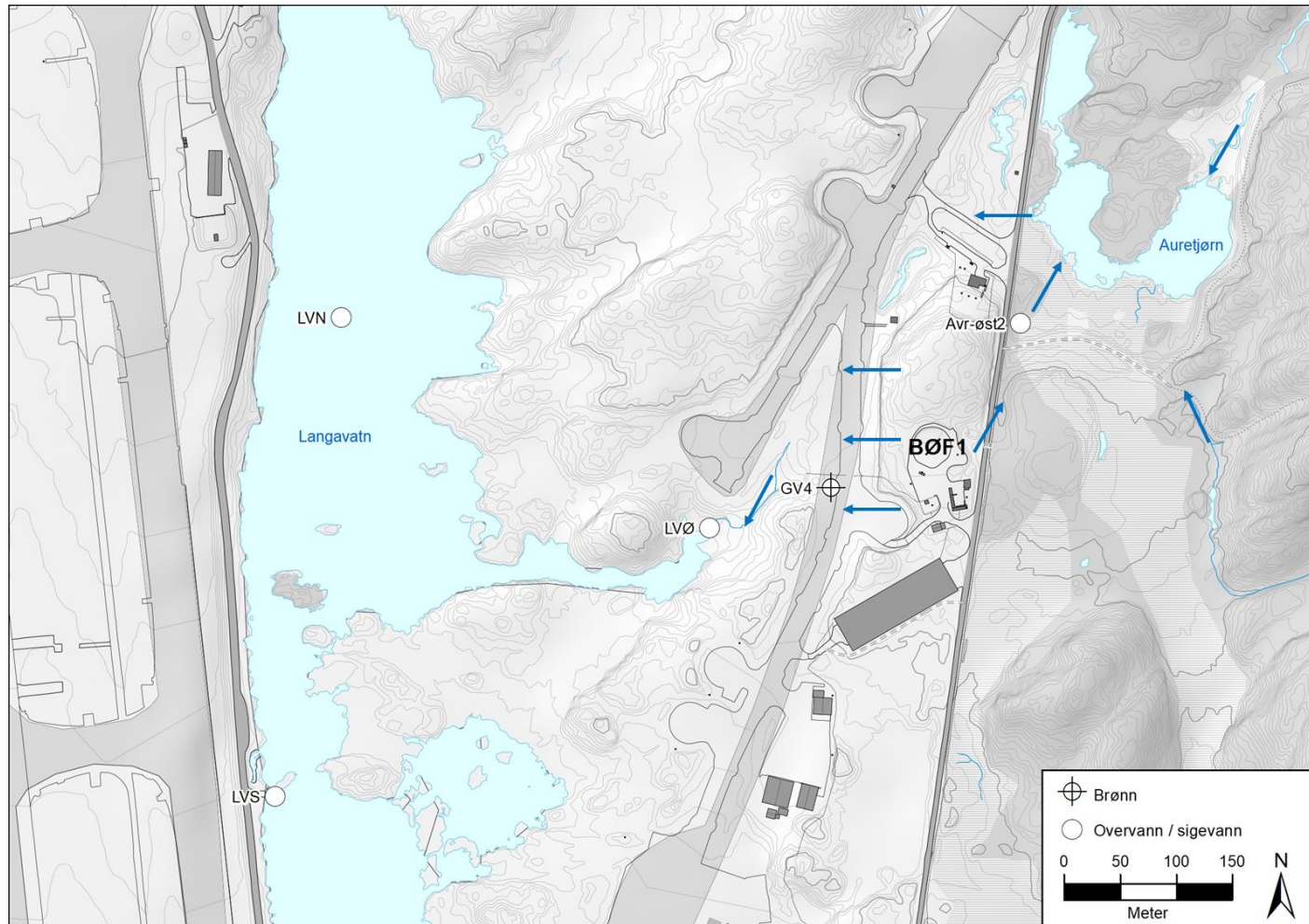
En plan for fremtidig overvåkning foreslås utarbeidet etter at man har dokumentert effekter av gjennomførte tiltak ved sist nedlagte brannøvingsfelt (BØF1). Resultater fra kildesporingen vil og være sentrale i utarbeidelsen av en slik plan. Plan for fremtidig overvåkning vil da også omfatte resipientundersøkelse med prøvetaking av aktuell biota i Raunefjorden (eks. strandbiota ved utløpssoner fra lufthavnen), og gjennomføres om mulig/hensiktsmessig i samarbeid med andre planlagte undersøkelser, eks. Byfjordundersøkelsen i regi av Bergen kommune. En slik resipientundersøkelse vil gi grunnlag for en oppdatert risikovurdering av forurensningssituasjonen etter at tiltak er gjennomført.

4.2 Plan for undersøkelser

Det vil gjennomføres månedlig stikkprøvetaking i grunnvann/sigevann og resipient (Langavatn) for analyse av PFAS det første året etter gjennomført tiltak ved sist nedlagte brannøvingsfelt (BØF1). Deretter vil det gjennomføres kvartalsvis prøvetaking i etterfølgende år. Prøvepunkter er vist i Figur 4-1.

Det vil også gjennomføres oppfølgende prøvetaking av biota (ørret) i Langavatnet henholdsvis 3, 6 og 9 år etter gjennomført tiltak.

Resultater fra oppfølgende overvåkning vurderes løpende, hvor nødvendig prøvetakingsfrekvens og varighet for overvåkingen vurderes basert på foreliggende resultater.



Figur 4-1: Prøvepunkter for oppfølgende overvåkning etter gjennomført tiltak ved sist nedlagte brannøvingsfelt (BØF1). Blå piler viser antatt spredningsmønster.

5 Fremdriftsplan

Kildesporing hele lufthavnen og kartlegging av tilførsler til Lindevikabekken, herunder også etablering av brønner, gjennomføres i løpet av 2022. Resultater fra undersøkelsene vil rapporteres innen 1. juni 2023.

Tiltak ved sist nedlagte brannøvingsfelt (BØF1) er planlagt gjennomført i løpet av 2022. Oppfølgende overvåkning vil igangsettes etter at tiltaket er gjennomført.

6 Referanser

- [1] Miljødirektoratet, «Pålegg om å utarbeide en tiltaksplan for Bergen lufthavn, Flesland - Avinor AS,» 2021.
- [2] Norconsult, «Tiltaksplan for PFAS-forurensset grunn som følge av brannøving. Bergen lufthavn Flesland. Sist nedlagte (BØF1) og gammelt (BØF2) brannøvingsfelt.,» Norconsult rapport 5205614-RIM04-ENBR-E05, 2021.
- [3] Velle, G., Pulg, U., Andersen, G.L., Haave, M. og Schneider, S., «Biologiske og kjemiske undersøkelser i vassdrag ved Bergen lufthavn Flesland,» LFI Uni Miljø, rapport nr. 212, 2013.

7 Vedlegg

- Vedlegg 1 Oversikt prøvepunkter kildesporing
- Vedlegg 2 Analyseparametere PFAS

Vedlegg 1 Oversikt prøvepunkter kildesporing

UTM32_X	UTM32_Y	Punktnavn	Prøvepunkt type	Beskrivelse
Nordlig del:				
291252	6690337	DIS	Brønn	Brønn på deice, innenfor tidl. Skjenavatns utløp til Langavatn
291560	6691060	LVØ	Over-/sigevann	Over-/sigevann fra Auretjørn og BØF1
290745	6691718	LVBS4	Over-/sigevann	Over-/sigevann fra BØF2 og baneende nord
290716	6691680	LVBS3	Over-/sigevann	Over-/sigevann fra BØF2 og baneende nord
290712	6691721	LVBS1	Over-/sigevann	Over-/sigevann fra BØF2 og baneende nord
290707	6691778	LVB	Over-/sigevann	Lindevikabekken øvre del
290654	6691771	LVB2	Over-/sigevann	Lindevikabekken nedre del
290717	6691844	LVBN1	Over-/sigevann	Over-/sigevann fra BØF2 og baneende nord
290723	6691598	LVBS2	Over-/sigevann	Over-/sigevann fra BØF2 og baneende nord
292007	6691385	AT-InnØst	Over-/sigevann	Over-/sigevann fra FBs områder i øst til Auretjørn
291165	6691526	VLDR	Over-/sigevann	Over-/sigevann fra grøft VL til Langavatn
291199	6691878	DN1	Over-/sigevann	Over-/sigevann fra massedeponi mot Langavatn
291559	6690645	GA	Over-/sigevann	Over-/sigevann fra sentralområde og SVB
291836	6690104	SVB	Over-/sigevann	Over-/sigevann fra Træsvatn og Liland inn fra øst til LH
291117	6692302	DN3	Over-/sigevann	Over-/sigevann mot nord
291282	6692244	DN2	Over-/sigevann	Over-/sigevann mot nord
291721	6692243	Grim3	Over-/sigevann	Over-/sigevann mot nord
292087	6692251	OV1	Over-/sigevann	Over-/sigevann mot nord
290833	6692113	Filter-inn	Over-/sigevann	Over-/sigevann mot Steinfjelltjern
291196	6692646	KB3	Over-/sigevann	Over-/sigevann mot nord
291201	6692735	DN4	Over-/sigevann	Over-/sigevann mot nord
290788	6690574	FEO	Over-/sigevann	Over-/sigevann oppstrøms Fleslandsbekken
290769	6692414	SFB	Over-/sigevann	Over-/sigevann Steinfjellbekken
291173	6690821	LVS	Over-/sigevann	Over-/sigevann ut av Langavatn
290608	6691306	HSD1	Over-/sigevann	Over-/sigevann vest mot Holarstølsdalen
290594	6690960	HSD2	Over-/sigevann	Over-/sigevann vest mot Holarstølsdalen
290772	6690462	OVDI	Over-/sigevann	Over-/sigevann Ø1000 fra deice

Kartlegging av PFAS-forurensning ved Bergen lufthavn

Plan for videre undersøkelser - i henhold til pålegg

Oppdragsnr.: 5205614 Dokumentnr.: RIM-05-ENBR Versjon: E03



Sørlig del:				
290879	6689776	STH	Over-/sige vann	Over-/sige vann vest mot Storhaugenområdet
290913	6688880	GB1	Over-/sige vann	Gåstjørbekken øvre del
291508	6688819	LB-IND	Over-/sige vann	Over-/sige vann til Lønningsbekken fra industriområde
291403	6688602	BES	Over-/sige vann	Over-/sige vann fra baneende sør før Lønningsbekken
291443	6688705	LB1	Over-/sige vann	Lønningsbekken øvre del
291346	6688411	LB2	Over-/sige vann	Lønningsbekken midtre del

UTM32_X	UTM32_Y	Punktnavn	Prøvepunkt type	Beskrivelse
291756	6690132	SV-sed1	Sediment	Tidligere Skjenavatn, masselager
291572	6690440	SV-sed2	Sediment	Tidligere Skjenavatn nord
291223	6690752	LVS-sed1	Sediment	Langavatn sør
291227	6691134	LVS-sed2	Sediment	Langavatn sentralt
291215	6691597	LVS-sed3	Sediment	Langavatn nord
290897	6689142	GT-sed	Sediment	Gåstjørna
291517	6688912	LB-sed	Sediment	Dam oppstrøms Lønningsbekken
291199	6691878	DN1-sed	Sediment	Dam sør for masselager nord

Vedlegg 2 Analyseparametere PFAS

Stoffgruppe	Forbindelse	Forkortelse	Vann	Sediment	Biota
Fluortelomer sulfonsyrer (FTSA)	4:2 Fluortelomersulfonat	4:2 FTS	x	x	x
	6:2 Fluortelomersulfonat	6:2 FTS	x	x	x
	8:2 Fluortelomersulfonat	8:2 FTS	x	x	x
Perfluorete sulfonsyrer (PFSA)	Perfluorbutansulfonat	PFBS	x	x	x
	Perfluorpentansulfonat	PFPeS	x		
	Perfluorheksansulfonat	PFHxS	x	x	x
	Perfluorheptansulfonat	PFHpS	x	x	x
	Perfluoroktylsulfonat	PFOS	x	x	x
	Perfluornonansulfonat	PFNS	x		
	Perfluordekansulfonat	PFDS	x	x	x
	Perfluordodekansulfonat	PFDoS	x		
	Perfluorbutansyre	PFBA	x	x	x
	Perfluorpentansyre	PFPeA	x	x	x
	Perfluorheksansyre	PFHxA	x	x	x
Perfluorete karboksylsyrer (PFCA)	Perfluorheptansyre	PFHpA	x	x	x
	Perfluoroktansyre	PFOA	x	x	x
	Perfluornonansyre	PFNA	x	x	x
	Perfluordekansyre	PFDeA	x	x	x
	Perfluorundekansyre	PFUnA	x	x	x
	Perfluordodekansyre	PFDaA	x	x	x
	Perfluortridekansyre	PFTTrA	x	x	x
	Perfluortetradekansyre	PFTA	x	x	x
	Perfluorpentadekansyre	PFPeDA			
	Perfluorheksadekansyre	PFHxDA	x	x	
	Perfluoroktansulfonamid	PFOSA	x	x	x
	N-etylperfluoroktansulfonamid	EtFOSA	x	x	
	N-etylperfluoroktansulfonamid-HAc	EtFOSAA	x	x	
	N-etylperfluoroktansulfonamidetanol	EtFOSE	x	x	
	N-metylperfluoroktansulfonamid	MeFOSA	x	x	
	N-metylperfluoroktansulfonamid-HAc	MeFOSAA	x	x	
	N-metylperfluoroktansulfonamidetanol	MeFOSE	x	x	
	Perfluoroktansulfonamid-HAc	FOSAA	x	x	
Andre fluorete forbindelser	Perfluor -3,7-dimetyloktansyre	PF-3,7-DMOA	x	x	x
	7H-Dodekafluorheptansyre	HPFHpA	x	x	x