

Avinor AS

► Opprydning av PFAS-forurensset grunn

Gammelt brannøvingsfelt (BØF2), Stavanger lufthavn

Detaljert tiltaksplan

Oppdragsnr.: 5205614 Dokumentnr.: RIM11-ENZV Versjon: E03 Dato: 2023-12-22



Oppdragsgiver: Avinor AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Ijaz Ahmed
Rådgiver: Norconsult AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Aina Marie Nordskog
Fagansvarlig: Stein Gunnar Rønningsbakk og Arne Ørbog (RIA), Annelene Pengerud (RIM), Audun S. Teie (RIVa), Vibeke Brandvold og Lars Været (RIGHy)
Andre nøkkelpersoner: Marit Helene Uppstrøm Kværnmo, Bojana Drobac, Ingvild Celin Schmidt

Forside: Historisk flyfoto (2003) som viser gammelt brannøvingsfelt (BØF2) slik det så ut like etter at feltet ble tatt ut av bruk. Feltet er i senere tid tilført et 1-1,5 m lag med overskuddsmasser fra prosjekter på andre områder på lufthavnen. Flyfoto fra kart.finn.no.

E03	2023-12-12	Til myndighet	Annelene Pengerud Stein Gunnar Rønningsbakk Vibeke Brandvold Audun Søyland Teie	Aina Marie Nordskog Lars Været	Aina Marie Nordskog
B02	2023-12-07	For kommentar	Annelene Pengerud Stein Gunnar Rønningsbakk Vibeke Brandvold Audun Søyland Teie	Aina Marie Nordskog Lars Været	Aina Marie Nordskog
A01	2023-12-06	For fagkontroll	Annelene Pengerud Stein Gunnar Rønningsbakk Vibeke Brandvold Audun Søyland Teie	Aina Marie Nordskog Lars Været	Aina Marie Nordskog
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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.

► Sammen drag

I juli 2023 mottok Avinor et varsel om pålegg om å detaljutrede og gjennomføre tiltak ved det gamle brannøvingsfeltet (BØF2) ved Stavanger lufthavn. Det ble i dette varselet signalisert at Miljødirektoratet vil sette frist for å sende inn detaljert utredning av tiltaket innen 15. januar 2024, med frist for gjennomføring av tiltaket innen 30. november 2024.

Detaljert tiltaksplan for gjennomføring av opprydningstiltak er utarbeidet av Norconsult på oppdrag for Avinor. I denne beskrives anleggsteknisk gjennomføring av opprydningstiltak med vasking av masser ved det gamle brannøvingsfeltet (BØF2) ved Stavanger lufthavn. Beskrivelsen er basert på gjennomgang og vurderinger gjort gjennom forprosjektering og detaljprosjektering av tiltaket, som også har dannet grunnlag for beskrivelse og kravspesifikasjoner for kommende anskaffelse av entreprenør for gjennomføring. Det er i den detaljerte tiltaksplanen beskrevet en mulig løsning for gjennomføring, men det legges til grunn at det ved gjennomføring vil være en viss fleksibilitet rundt denne, dersom valgt leverandør har forslag til alternative løsninger for gjennomføring, forutsatt at gjeldende krav ivaretas.

Det er ved prosjektering av mulige løsninger for gjennomføring tatt utgangspunkt i forurensningssituasjonen slik den er beskrevet i tidligere utarbeidet tiltaksplan og resultater fra supplerende undersøkelser utført høsten 2023, samt krav i utkast til pålegg fra Miljødirektoratet, da det forventes at disse kravene også vil være gjeldende i det endelige pålegget.

Miljørisikovurdering med plan for avbøtende tiltak er gitt i Vedlegg A. Kontroll- og overvåkningsprogram for tiltaket er gitt i Vedlegg B.

► Innhold

1	Innledning	6
1.1	Bakgrunn	6
1.2	Målsetning	7
1.3	Begrepsbruk og definisjoner	7
2	Lokalitetsbeskrivelse	9
2.1	Lokalisering og historikk	9
2.2	Grunnforhold og grunnvann	11
2.3	Resipienter	13
3	Avgrensning av tiltaksområdet	15
3.1	Supplerende prøvetaking høsten 2023	15
3.2	Påviste konsentrasjoner	16
3.3	Modellering i 3D	20
3.4	Andre forurensningsparametere	22
4	Gjennomføring av tiltak	23
4.1	Generelt om tiltaket	23
4.2	Tiltaksarealer, volumer og mengder	23
4.3	Overordnet faseplan for gjennomføring	27
4.4	Forberedende arbeider	28
4.5	Håndtering av grunnvann	30
4.5.1	<i>Forutsetninger og betingelser</i>	30
4.5.2	<i>Anbefalt metode for grunnvannssenkning</i>	31
4.5.3	<i>Seksjonsvis grunnvannssenkning</i>	32
4.5.4	<i>Vannmengder fra grunnvannssenkning</i>	36
4.6	Massehåndtering – forurensede masser	37
4.7	Reetablering av området	38
4.8	Jordvaskeanlegg	38
4.9	Vannhåndtering og rensing av anleggsvann	39
4.9.1	<i>Krav til vannhåndtering</i>	39
4.9.2	<i>Prosessvann jordvaskeanlegg</i>	40
4.9.3	<i>Delområder og vannhåndtering</i>	40
4.9.4	<i>Dimensjonerende vannmengder</i>	42
4.9.5	<i>Prosessløsning vannrenseanlegg</i>	44
4.9.6	<i>Utslipp til resipient</i>	45
4.10	Øvrige miljøforhold i anleggsgjennomføringen	45
4.11	Fremdriftsplan	47
4.12	Risiko og usikkerheter	47

5	Referanser	49
6	Vedlegg	50

Vedlegg A	Miljøriskovurdering og plan for avbøtende tiltak (se eget dokument)
Vedlegg B	Kontroll- og overvåkningsprogram (se eget dokument)
Vedlegg C	Analyserapporter kornfordeling
Vedlegg D	Analyserapporter supplerende prøvetaking høsten 2023
Vedlegg E	Analyserapporter andre forurensningsparametere

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I september 2022 rettet Miljødirektoratet et pålegg til Avinor om utarbeidelse av tiltaksplan for opprydding i grunn som er forurensset av per- og polyfluorerte forbindelser (PFAS) ved brannøvingsfeltene ved Stavanger lufthavn [1]. Tiltaksplan for brannøvingsfeltene ble oversendt Miljødirektoratet i januar 2023 [2].

For det aktive brannøvingsfeltet (BØF1) ble det på grunnlag av forurensningssituasjon vurdert til å ikke være behov for tiltak. For gammelt brannøvingsfelt (BØF2) ble det basert på en gjennomgang av forurensningssituasjonen, aktuelle tiltaksmetoder og tilhørende kostnader, foreslått et tiltak med oppgraving og vasking av masser med konsentrasjon av Σ PFAS >150 µg/kg. Et tiltak med oppgraving og ekstern deponering av masser ble foreslått som et mulig alternativ til tiltak med vasking av masser, dersom det gjennom videre prosjektering og anskaffelse skulle vise seg at et tiltak med vasking av masser er vesentlig dyrere enn det som ble lagt til grunn i kostnadsberegningene, eller at aktuelle leverandører i liten grad er villige til å garantere for en effekt i form av restkonsentrasjon i massene etter vasking.

Det ble den 14. juni 2023 avholdt møte mellom Miljødirektoratet og Avinor for gjennomgang av tiltaksplanen og diskusjon rundt særskilte forhold knyttet til foreslått tiltaksgrense og praktisk gjennomføring av tiltak. Norconsult deltok også i dette møtet som rådgiver for Avinor.

I etterkant av møtet oversendte Miljødirektoratet en liste med særskilte punkter som de ønsket nærmere redegjort for, som grunnlag for videre utarbeidelse av varsel om pålegg om gjennomføring av tiltak. Disse punktene ble svart ut i tilleggsvurderinger til tiltaksplan som ble oversendt Miljødirektoratet i juni 2023 [3].

I juli 2023 mottok Avinor et varsel om pålegg om å detaljutrede og gjennomføre tiltak ved det gamle brannøvingsfeltet (BØF2) ved Stavanger lufthavn [4]. Det ble i dette varselet signalisert at Miljødirektoratet vil sette frist for å sende inn detaljert utredning av tiltaket innen 15. januar 2024, med frist for gjennomføring av tiltaket innen 30. november 2024.

Detaljert tiltaksplan for gjennomføring av oppryddingstiltak er utarbeidet av Norconsult på oppdrag for Avinor. I denne beskrives anleggsteknisk gjennomføring av oppryddingstiltak med vasking av masser ved det gamle brannøvingsfeltet (BØF2) ved Stavanger lufthavn. Beskrivelsen er basert på gjennomgang og vurderinger gjort gjennom forprosjektering og detaljprosjektering av tiltaket, som også har dannet grunnlag for beskrivelse og kravspesifikasjoner for kommende anskaffelse av entreprenør for gjennomføring. Det er i den detaljerte tiltaksplanen beskrevet en mulig løsning for gjennomføring, men det legges til grunn at det ved gjennomføring vil være en viss fleksibilitet rundt denne, dersom valgt leverandør har forslag til alternative løsninger for gjennomføring, forutsatt at gjeldende krav ivaretas.

Det er ved prosjektering av mulige løsninger for gjennomføring tatt utgangspunkt i forurensningssituasjonen slik den er beskrevet i tidligere utarbeidet tiltaksplan [2] og resultater fra supplerende undersøkelser utført høsten 2023, samt krav i utkast til pålegg fra Miljødirektoratet [4], da det forventes at disse kravene også vil være gjeldende i det endelige pålegget.

Miljøriskovurdering med plan for avbøtende tiltak er gitt i Vedlegg A. Kontroll- og overvåkningsprogram for tiltaket er gitt i Vedlegg B.

1.2 Målsetning

Det er for gammelt brannøvingsfelt (BØF2) beregnet en total mengde PFAS i jord på om lag 13,2 kg, hvorav det foreslåtte tiltaket vil fjerne om lag 10,5 kg PFAS [3]. Utførte beregninger av spredningsmengder tilsier at spredningen av PFAS fra lokaliteten er betydelig, hvor det er estimert en samlet spredning fra aktivt (BØF1) og gammelt (BØF2) brannøvingsfelt på om lag 1,3 kg PFAS/år, hvor det meste antas å komme fra gammelt brannøvingsfelt [5]. Dette er en betydelig høyere spredning sammenliknet med hva som er beregnet for brannøvingsfelt ved andre av Avinors lufthavner.

Miljødirektoratet presiserer i varsel om pålegg at det vil være viktig å få gjort «... tiltak som stanser, fjerner eller begrenser virkningen av forurensningen slik at det ikke er fare for menneskers helse og miljøet på kort eller lang sikt». De skriver videre at «... det er først og fremst de store mengdene PFAS som spres fra Stavanger lufthavn, og effektene denne utlekkingen har på vannmiljøet og lokalt økosystem, som gjør at det haster å komme i gang med opprydningstiltakene her» [4].

Resultater fra utførte undersøkelser ved Stavanger lufthavn viser at det også er andre kilder til utlekking og spredning av PFAS, utover kun brannøvingsfeltene. Miljødirektoratet har som følge av dette pålagt Avinor å gjennomføre kartlegging, kildesporing og tiltaksvurderinger også for andre områder på lufthavnen [1]. Dette arbeidet er for tiden pågående.

Selv om arbeidet med å kartlegge andre kilder til utlekking og spredning av PFAS ikke er avsluttet, er det allikevel presisert fra både Avinor og Miljødirektoratet sin side at dette ikke bør være til hinder for at man allerede nå kan gjennomføre tiltak som bidrar til å redusere den samlede spredningen av PFAS fra lufthavnen. Dette vil da være et viktig bidrag til det overordnede miljømålet om å redusere utslippene av prioriterte miljøgifter ved Avinor sine lufthavner, og vil også bidra til at miljømålene i vannforskriften om god økologisk og kjemisk tilstand i berørte resipienter mulig vil kunne nås på lengre sikt.

1.3 Begrepsbruk og definisjoner

I de påfølgende beskrivelsene i denne rapporten brukes følgende begreper ved omtale av ulike arealer som vil benyttes under tiltaksgjennomføringen:

Tiltaksområde:

Område for utgraving av forurensede masser med konsentrasjoner av Σ PFAS >150 µg/kg («utgravingsområde»).

Anleggsområde:

Omfatter tiltaksområde («utgravingsområde») og alle tilgrensede arealer benyttet for den praktiske gjennomføringen av tiltaket, herunder arealer for transportveier, jordvaskeanlegg, vannrenseanlegg og mellomlagring av masser.

Mellomlager tilførte masser:

Areal i nordøstre del av anleggsområdet avsatt for mellomlagring av oppgravde tilførte masser (se definisjon av tilførte masser lenger ned) under gjennomføringen av tiltaket. Etableres uten underliggende tett dekke.

Mellomlager forurensede masser:

Areal avsatt for mellomlagring av oppgravde forurensede masser før videre transport til godkjent mottak. Etableres med underliggende tett dekke og system for oppsamling av avrenningsvann.

Mellomlagringsceller:

Mellomlagringsceller for vaskede masser, som muliggjør prøvetaking av vasket fraksjon for å dokumentere at disse overholder krav til masser som kan tilbakelegges på lokaliteten ($<30 \mu\text{g} \sum\text{PFAS/kg}$). Cellene vil etableres med tett bunn og tette sideflater, med system for oppsamling av avrenningsvann, samt mulighet for tildekking ved mye nedbør.

For ulike massetyper er det gjennomgående benyttet følgende begreper:

Tilførte masser:

Masser som er tilført området etter at feltet ble tatt ut av bruk som øvingsfelt. Disse massene ligger i dag planert utover hele arealet (som overdekning over opprinnelige stedegne masser), eller i hauger/voller i østlig del av øvingsfeltet. Vil graves opp og mellomlagres under gjennomføring av tiltaket, før tilbakefylling på tiltaksområdet. Disse massene er gjennom utførte undersøkelser dokumentert å overholde krav til masser som kan gjenbrukes på tiltaksområdet ($<30 \mu\text{g} \sum\text{PFAS/kg}$).

Forurensede masser:

Stedegne masser under opprinnelig terreng med konsentrasjon av $\sum\text{PFAS} >150 \mu\text{g/kg}$ som skal graves opp og behandles gjennom tiltaket.

Vaskede masser:

Forurensede masser som er vasket i et jordvaskeanlegg, og hvor vasket sand- og grusfraksjon har konsentrasjon av $\sum\text{PFAS} <30 \mu\text{g/kg}$, etter utseparering av forurensset finfraksjon (silt, leire) og organisk materiale.

Filterkake:

Forurensset fraksjon av finstoff (silt og leire, $<0,06 \text{ mm}$) separert ut gjennom jordvaskeprosessen.

2 Lokalitetsbeskrivelse

2.1 Lokalisering og historikk

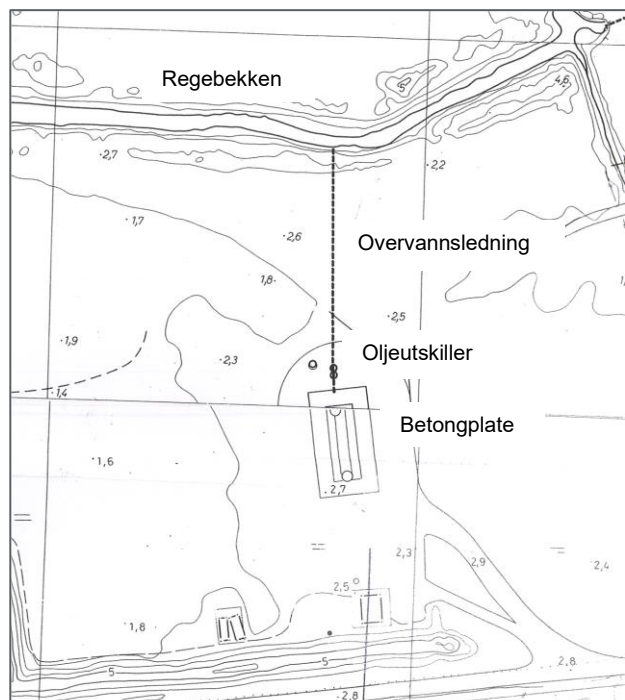
Det gamle brannøvingsfeltet (BØF2) befinner seg vest på lufthavnområdet, like vest for aktivt brannøvingsfelt (BØF1) (Figur 2-1).

Det gamle brannøvingsfeltet (BØF2) ble etablert i 1984 og var i drift frem til år 2000. Brannøvingsfeltet er etablert med en sentral betongplate, hvor det sto utplassert et øvingsobjekt den gang feltet var i bruk. I henhold til tegningsgrunnlaget mottatt fra Avinor, ble avrenningsvannet fra betongplaten ledet til oljeutskiller og videre til overvannsledning med utløp i Regebekken (Figur 2-2). Utløpet er ikke påvist i Regebekken, da dette i dag sannsynligvis er tildekt av tilførte masser og gjengrodd.

Det gamle brannøvingsfeltet (BØF2) ligger på kote +3-4. Det er i henhold til opplysninger fra lufthavnen og beskrivelse i tidligere rapporter tilført rene masser på øvre 1-1,5m på hele feltet. Dette samsvarer med observasjoner gjort under supplerende undersøkelser på feltet i 2020-2022 [2]. Disse massene ble tilført etter at feltet ble tatt ut av drift, i tidsrommet 2003-2006.



Figur 2-1: Lokalisering av aktivt (BØF1) og nedlagt (BØF2) brannøvingsfelt ved Stavanger lufthavn.



Figur 2-2: Avdekking av betongplate sentralt på feltet under prøvetaking i september 2020 (venstre bilde). Betongplaten ligger i dag overdekt av om lag 1,5 m tilførte masser. I henhold til mottatt tegningsgrunnlag ble avrenningsvann fra betongplaten ledet til oljeutskiller og videre til overvannsledning med utløp i Regebekken (utsnitt av tegning vist i høyre bilde).

Det går i dag flere kabler gjennom tiltaksområdet. Det er gjort kjent fra Forsvaret og Avinor at det går både lavspent, høyspent og telekabler gjennom området (Figur 2-3). Foreløpige undersøkelser har avdekt at høyspentkabel og lavspentkabel, tilhørende Avinor/E-verket, og én telekabel (100 par), tilhørende forsvaret, må legges om. Kablene legges om utenfor tiltaksområdet før gravetiltaket i de forurensede massene starter, for å redusere risikoen for uønskede hendelser under arbeidene. Kablene antas å ligge mellom 0,5-1 m under opprinnelig terreng. I løpet av høsten 2023 vil Stavanger lufthavn ta over eierskapet til E-verket sine kabler.



Figur 2-3: Historisk flyfoto (1975) som viser sannsynlig grøftetrase gjennom området (flyfoto fra norgebilder.no).

2.2 Grunnforhold og grunnvann

Gammelt brannøvingsfelt (BØF2) ved Stavanger lufthavn ligger på en plan vindavsetning, hvor de stedege løsmassene består av godt sortert finsand. Hydraulisk konduktivitet i massene er i snitt $1,53 \times 10^{-4}$ m/s (beregnet basert på kornfordelingskurver av 8 jordprøver; analyserapporter er gitt i Vedlegg C). Overliggende tilførte masser består av brun sand, stedvis med innslag av stein, asfalt og trevirke.

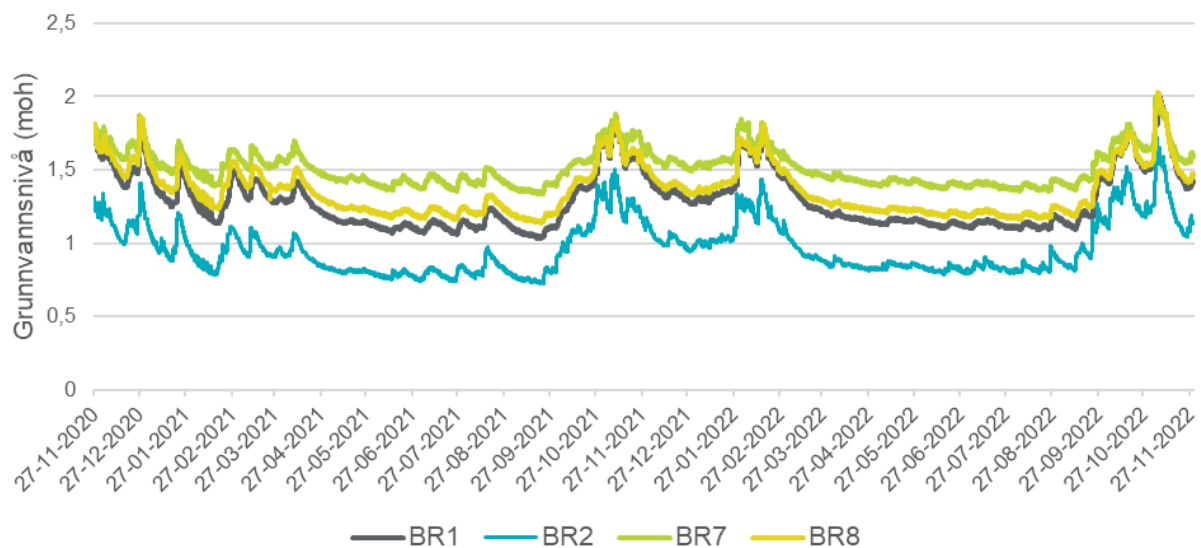
Grunnvannsnivå er overvåket i brønner på brannøvingsfeltet i perioden november 2020 til november 2022, samt at det er gjort enkelte supplerende målinger i 2023. Tidsserier fra utvalgte brønner er vist i Figur 2-4 og plassering av brønnene er vist i Figur 2-5. Grunnvannsnivå varierer over året med målte variasjoner på rundt 1 m. Høyeste grunnvannsnivå synes å være mellom oktober-mars. Grunnvannsnivå er i snitt på kote +1,5 i syd (BR7), kote +1,3 sentralt (BR1) og kote +0,95 i nord (BR2).

Figur 2-5 viser et kotekart over grunnvannsnivå basert på målt vannstand i brønner og omkringliggende bekker den 09. august 2023. Denne dagen tilsvarer en situasjon med grunnvannsnivå noe høyere enn gjennomsnittlig grunnvannsnivå¹. Grunnvannets strømningsretning er mot Regebekken i nord-nordvest. I

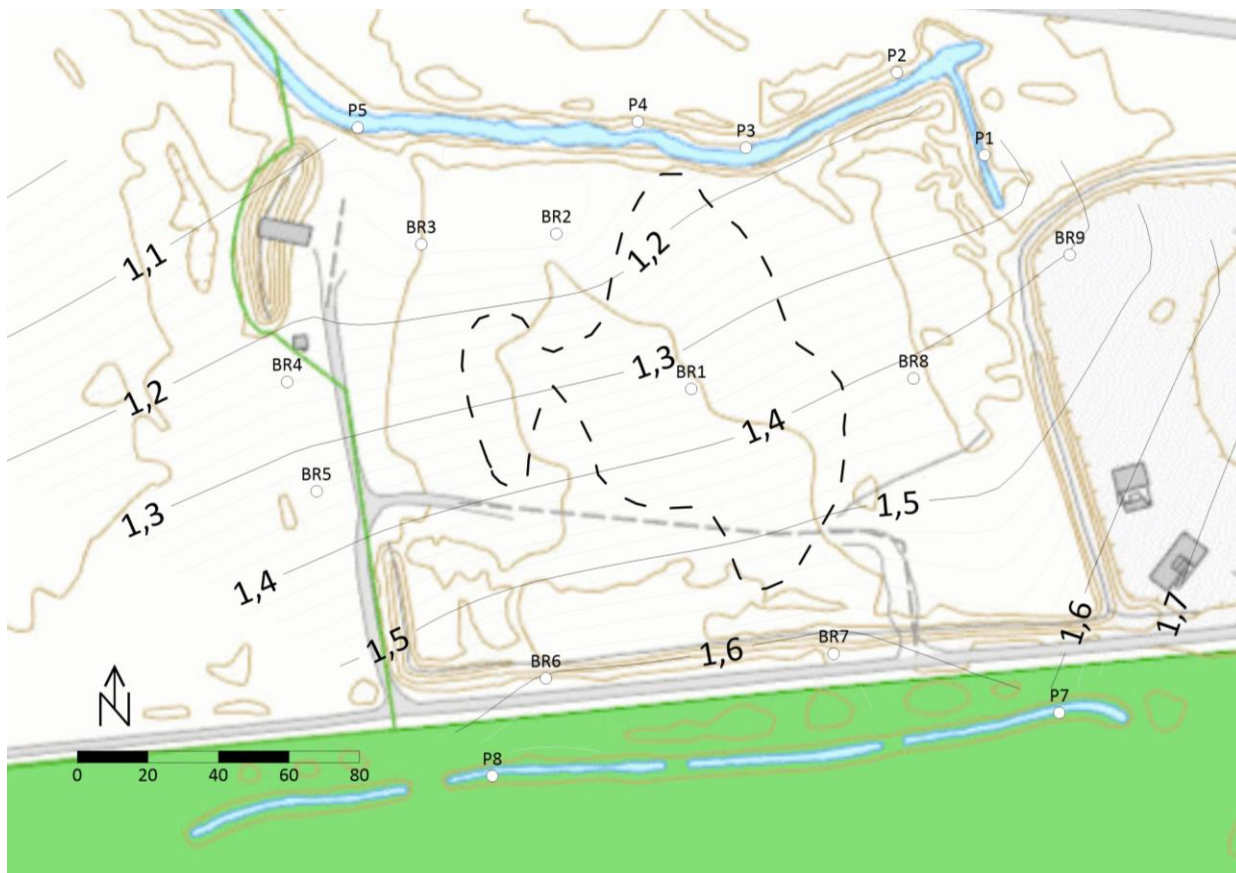
¹ Gjennomsnittlig grunnvannsnivå beregnet basert på målte timesverdier i perioden 27.11.2020 – 29.11.2022.

perioder med spesielt høyt grunnvannsnivå er det målt like høyt eller noe høyere grunnvannsnivå i brønnene BR1 og BR8 enn i BR6 og BR7 (se Figur 2-4). Det dannes da et grunnvannsskille på sørlig del av brannøvingsfeltet mellom BR1 og BR7, som gjør at grunnvannet tidvis strømmer med slak gradient mot sør.

Tiltaket omfatter utgraving av masser ned til ca. kote -0,2 på det laveste, som tilsvarer rundt 1-2,2 m under grunnvannsnivå, avhengig av variasjoner i grunnvannstand. For hoveddelen av tiltaket er nedre utgravingsnivå høyere enn kote +0,5 (se Figur 2-5).



Figur 2-4: Tidsserier for grunnvannsnivå i brønnene BR1, BR2, BR7 og BR8. Plassering av brønnene er vist i Figur 2-5.



Figur 2-5: Kotekart over grunnvannsnivå (tall angir grunnvannsnivå i moh), basert på måling av vannstand i brønner (BR1-BR9) og drengroft/bekk (P1-P8) 9. august 2023. Svart stiplet linje avgrensner området for utgraving av forurensede masser.

2.3 Resipienter

Avrenningen fra det gamle brannøvingsfeltet (BØF2) går i hovedsak via Regebekken og ut i Solavika. Regebekken er en kanal med opprinnelse utenfor lufthavnsområdet, og renner gjennom landbruksområder før den går gjennom området med brannøvingsfeltene. Bekken går herfra i åpent løp før den munner ut i Solavika.

Regebekken er i Vann-nett definert som vannforekomst 028-198-R *Bekk ved Sola flyplass*, med vanntype *små, moderat kalkrik og klar*. Vannforekomsten er definert som en sterkt modifisert vannforekomst (SMVF) grunnet fysisk endring som følge av bekkelukking for jordbruk, og har derfor miljømål om *godt økologisk potensial*, heller enn *god økologisk tilstand*. Vannforekomsten er klassifisert til *moderat* økologisk potensial som følge av moderat tilstand for begroingsalger (trofiindeks, PIT) (data fra 2017). Kjemisk tilstand er klassifisert til *dårlig*, grunnet høye nivåer av PFOS i vann (data fra 2020-2022) [6].

Solavika er et åpent havområde som er del av vannforekomst 0242000030-C *Jærensrev nord*. Vannforekomsten er i Vann-nett angitt med vanntype *åpen eksponert kyst*, og klassifisert til *moderat* økologisk tilstand grunnet moderat tilstand for bunnfauna (data fra 2017). Kjemisk tilstand er klassifisert til

dårlig, grunnet høye konsentrasjoner av PFOS i vann (data fra 2020-2021)² og tidligere påviste høye konsentrasjoner av kvikksølv (Hg) i taskekrabbe (data fra 2011) [6].

Oversiktskart over brannøvingsfelt og resipienter er vist i Figur 2-6.



Figur 2-6: Oversiktskart over brannøvingsfelt og resipienter ved brannøvingsfeltene ved Stavanger lufthavn.

² Det er påvist høye konsentrasjoner av PFOS i prøvepunkt V3 i Regebekken (registrert som vannlokalitet 028-101405). Denne er feilregistrert som vannlokalitet tilhørende vannforekomst 0242000030-C Jærensrev nord, og medfører at Jærensrev nord kommer ut med dårlig tilstand for PFOS.

3 Avgrensning av tiltaksområdet

Det er utført undersøkelser av forurensningssituasjonen ved det gamle brannøvingsfeltet (BØF2) over flere omganger, både i forbindelse med utarbeidelse av tiltaksplan i perioden 2020-2022 [2], og videre gjennom supplerende undersøkelser høsten 2023 for avgrensning av forurensningen i områder som ikke var tilstrekkelig dekket gjennom tidligere utført prøvetaking.

3.1 Supplerende prøvetaking høsten 2023

Miljødirektoratet har i varsel om pålegg signalisert at de vil pålegge at alle masser med konsentrasjon av $\Sigma\text{PFAS}^3 > 150 \mu\text{g/kg}$ omfattes av tiltak [4]. Dette blir da å anse som et «akseptkriterium» for lokaliteten, noe som innebærer at det må dokumenteres at masser som ikke omfattes av tiltak har konsentrasjoner av $\Sigma\text{PFAS} < 150 \mu\text{g/kg}$.

Det ble høsten 2023 gjennomført supplerende prøvetaking på brannøvingsfeltet for avgrensning av tiltaksområde og gravedybder opp mot gjeldende akseptkriterium. Det ble gjennomført prøvetaking med borerigg (naver) i totalt 18 prøvepunkter på selve brannøvingsfeltet (se hvite punkter merket «BO» i Figur 3-1). Prøvetakingen ble utført med boring for å sikre mulighet for prøvetaking tilstrekkelig langt ned under grunnvannsnivå, og det ble tatt ut prøver per meter ned til 6 m under dagens terreng. Prøver tatt fra opprinnelig terreng og ned ble analysert for 35 enkeltforbindelser av PFAS. Det ble ikke utført analyser av prøver fra tilførte masser, da disse er vurdert som tilstrekkelig dokumentert gjennom tidligere utført prøvetaking [2].

Det ble også utført prøvetaking av tilførte masser i jordvoller og hauger på østlig og sørlig del av brannøvingsfeltet. Området øst for tiltaksområdet vil planeres og benyttes for mellomlagring av masser under tiltaksgjennomføringen. Det vil ved et slikt terrenginngrep være krav om at forurensningsgrad i berørte masser er tilstrekkelig dokumentert. Massene som ligger lagret i jordvoll/hauger øst i tiltaksområdet er overskuddsmasser fra tidligere gravetiltak på lufthavnen (utbygging av parkeringsareal i 2014). Disse massene er opplyst å stamme fra samme lokalitet, og er gjennom tidligere undersøkelser dokumentert rene for andre forurensningsparametere [7], men det var ikke utført analyser av PFAS på disse massene.

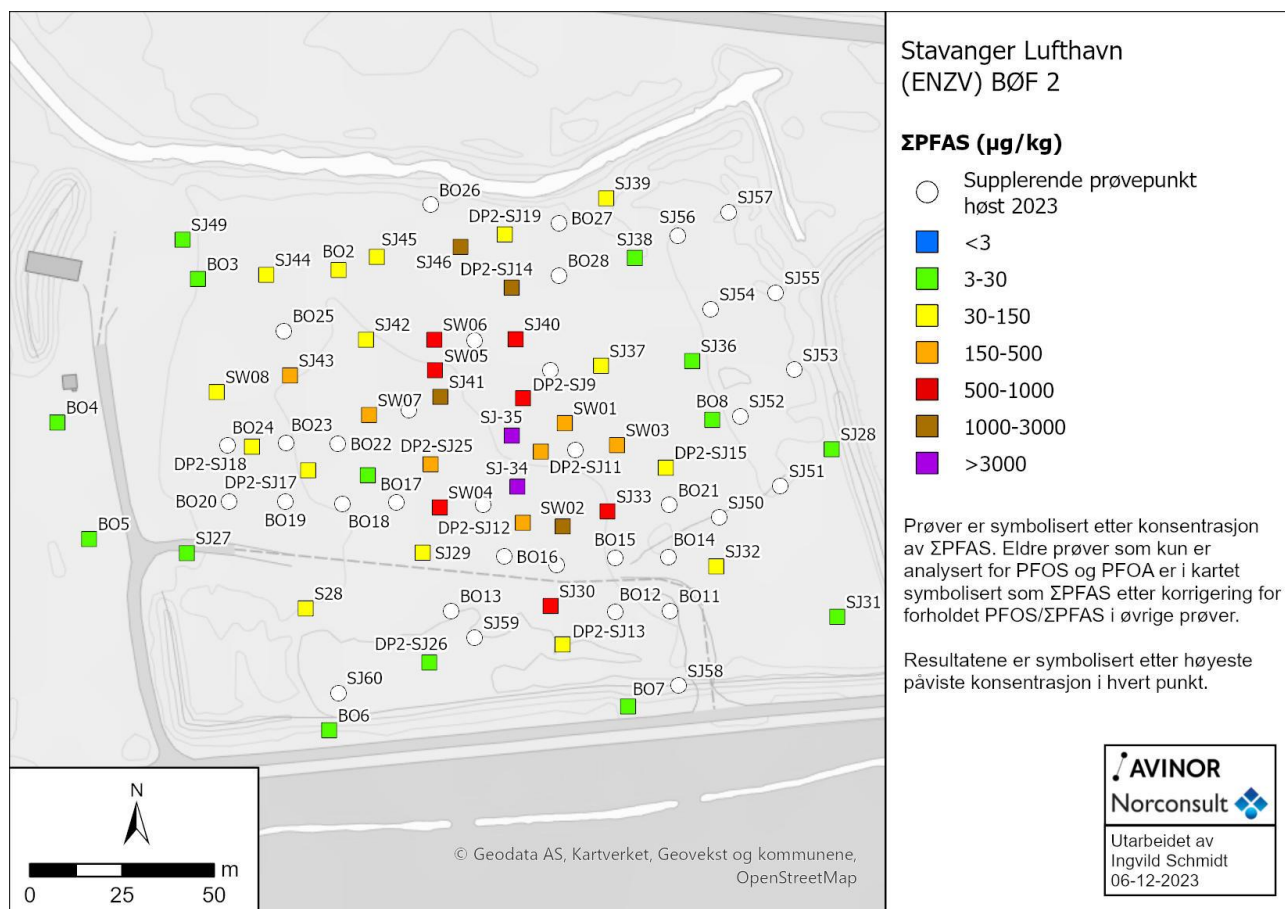
Det aktuelle arealet for hauger/jordvoll i østlig del er anslått til om lag 3000 m². Det ble for dette arealet tatt ut prøver ved sjaktning i totalt 8 prøvepunkter (se hvite punkter merket «SJ» i Figur 3-1), med uttak av prøver i øvre 0-1 m og 1-2 m. Alle prøvene ble analysert for 35 enkeltforbindelser av PFAS.

Analyseresultater for prøver fra jordvoll/hauger på østlig del av brannøvingsfeltet viser generelt konsentrasjoner av $\Sigma\text{PFAS} < 30 \mu\text{g/kg}$, med unntak av prøve fra øvre 0-1 m fra prøvepunkt SJ50 hvor det er påvist en konsentrasjon på 94 $\mu\text{g/kg}$. Underliggende prøve fra 1-2 m viser her langt lavere konsentrasjon (8,4 $\mu\text{g/kg}$), så denne ene forhøyede konsentrasjonen $> 30 \mu\text{g/kg}$ antas å være begrenset til et mindre volum masser.

Resultater fra analyser av prøver fra borpunkter på selve brannøvingsfeltet er inkludert i fremstilling av resultater i kap. 3.2.

Analysereporter fra supplerende prøvetaking høsten 2023 er gitt i Vedlegg D.

³ For jord/løsmasser benyttes ΣPFAS for å angi summen av 30 enkeltforbindelser av PFAS. Standard analysepakke hos utførende laboratorium omfatter nå 35 enkeltforbindelser.



Figur 3-1: Prøvepunkter for supplerende undersøkelser høsten 2023 (angitt med hvite sirkler i figuren).

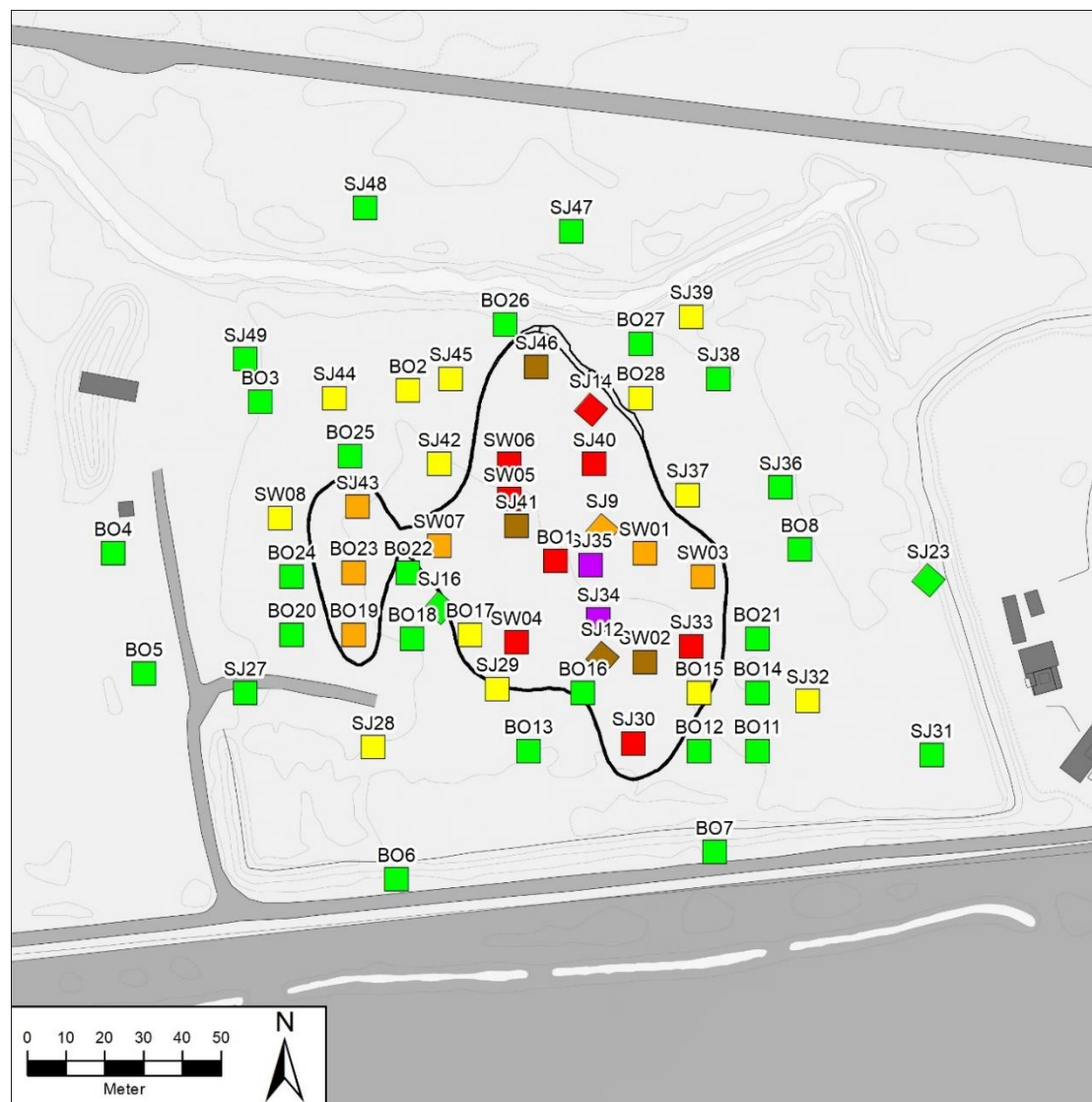
3.2 Påviste konsentrasjoner

Det er gjennom utførte undersøkelser påvist høye konsentrasjoner av ΣPFAS i stedege masser sentralt på feltet, i området ved øvningsplattform/betongplate. Det er påvist særlig høye konsentrasjoner i masser i umettet sone under betongplate (opptil 9700 µg/kg i SJ35), og svært høy konsentrasjon i tynt lag med grusholdige masser over betongplate (19 000 µg/kg i SJ35). Det er i flere prøvepunkt sentralt på feltet påvist høye konsentrasjoner over gjeldene akseptkriterium på 150 µg/kg, ned til om lag 2,5 m dypde under opprinnelig terreng (Figur 3-3). Prøver fra dypereliggende masser (2,5 – 4,5 m under opprinnelig terreng; Figur 3-4) viser langt lavere konsentrasjoner (<30 µg/kg). Det er også påvist høye konsentrasjoner (>150 µg/kg) i prøvepunkter nordvest for øvningsplattform, i strømningsretning for grunnvann mot Regebekken.

Konsentrasjon av ΣPFAS i prøver av tilførte masser er gjennomgående <30 µg/kg i de fleste prøver, med unntak av konsentrasjoner opp mot 100 µg/kg i tre enkeltprøver. En enkeltstående høyere konsentrasjon på 160 µg/kg i prøve fra øvre 0-160 cm i SJ40 sentralt på feltet (Figur 3-2) er antatt å kunne skyldes at man ved prøvetaking har fått med noe av masser fra overflaten av opprinnelig terreng, da prøve fra øvre 0-100 cm i samme punkt viser langt lavere konsentrasjon (4,3 µg/kg).

Det vises ellers til tidligere utarbeidet tiltaksplan [2] for nærmere omtale av forurensningssituasjonen ved brannøvningsfeltet.





Stavanger lufthavn (ENZV) BØF 2

0-2,5 m under opprinnelig terreng

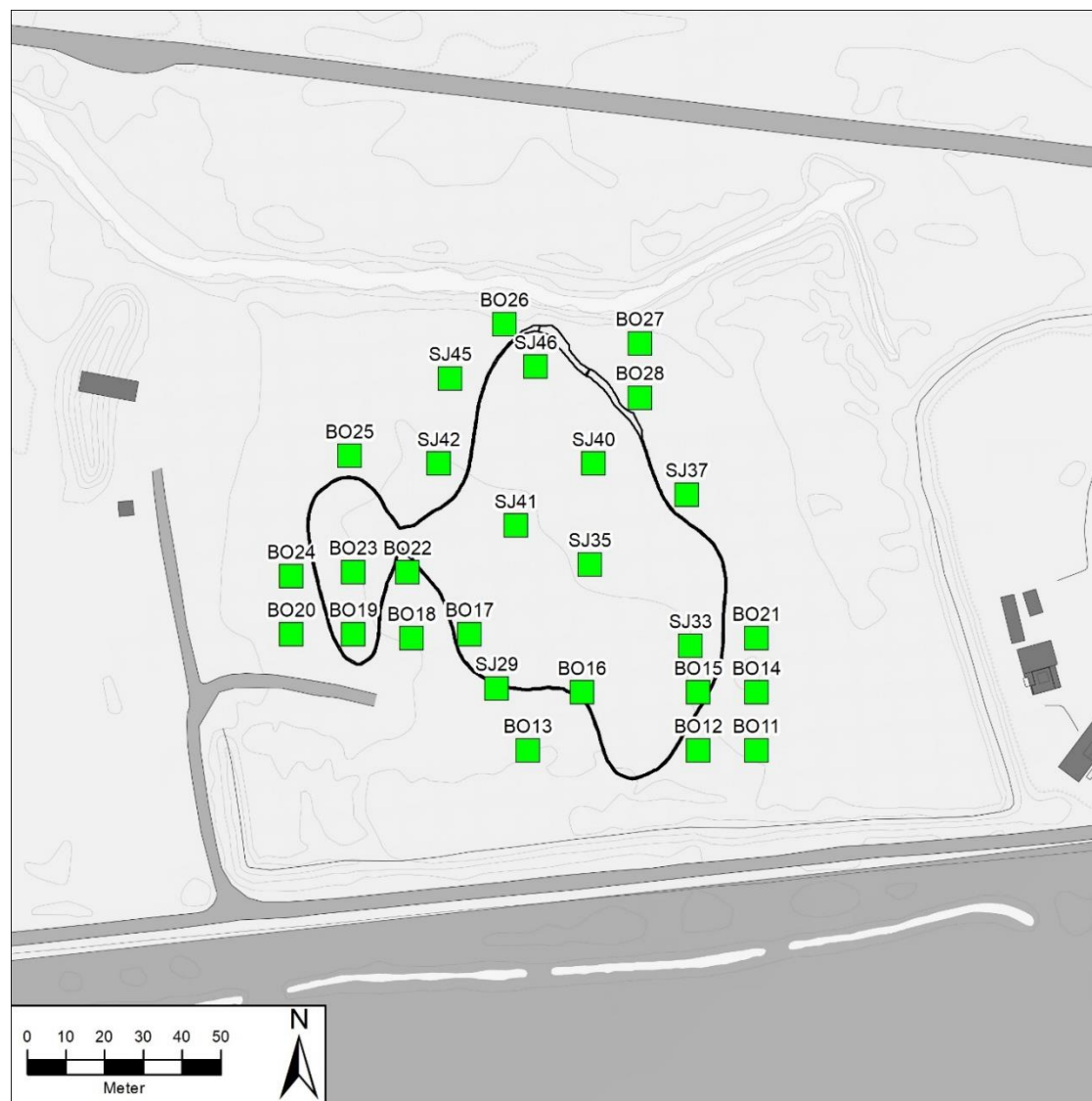
PFOS i jord (µg/kg)	ΣPFAS i jord (µg/kg)
<3	<3
3-30	3-30
30-150	30-150
150-500	150-500
500-1000	500-1000
1000-3000	1000-3000
>3000	>3000

Eldre prøver som kun er analysert for PFOS og PFOA er i kartet symbolisert etter konsentrasjon av PFOS. Øvrige prøver er symbolisert etter konsentrasjon av ΣPFAS.

Resultatene er symbolisert etter høyeste påviste konsentrasjon i hvert punkt.



Figur 3-3: Konsentrasjoner av PFAS (µg/kg) i masser fra opprinnelig terreng – 2,5 m under opprinnelig terreng. Sort polygon angir tiltaksområde (utgravingsområde) som gitt av interpolering vist i Figur 3-5.



Stavanger lufthavn (ENZV) BØF 2

2,5-4,5 m under opprinnelig terreng

PFOS i jord ($\mu\text{g/kg}$)	ΣPFAS i jord ($\mu\text{g/kg}$)
◆ <3	■ <3
◆ 3-30	■ 3-30
◆ 30-150	■ 30-150
◆ 150-500	■ 150-500
◆ 500-1000	■ 500-1000
◆ 1000-3000	■ 1000-3000
◆ >3000	■ >3000

Eldre prøver som kun er analysert for PFOS og PFOA er i kartet symbolisert etter konsentrasjon av PFOS. Øvrige prøver er symbolisert etter konsentrasjon av ΣPFAS .

Resultatene er symbolisert etter høyeste påviste konsentrasjon i hvert punkt.



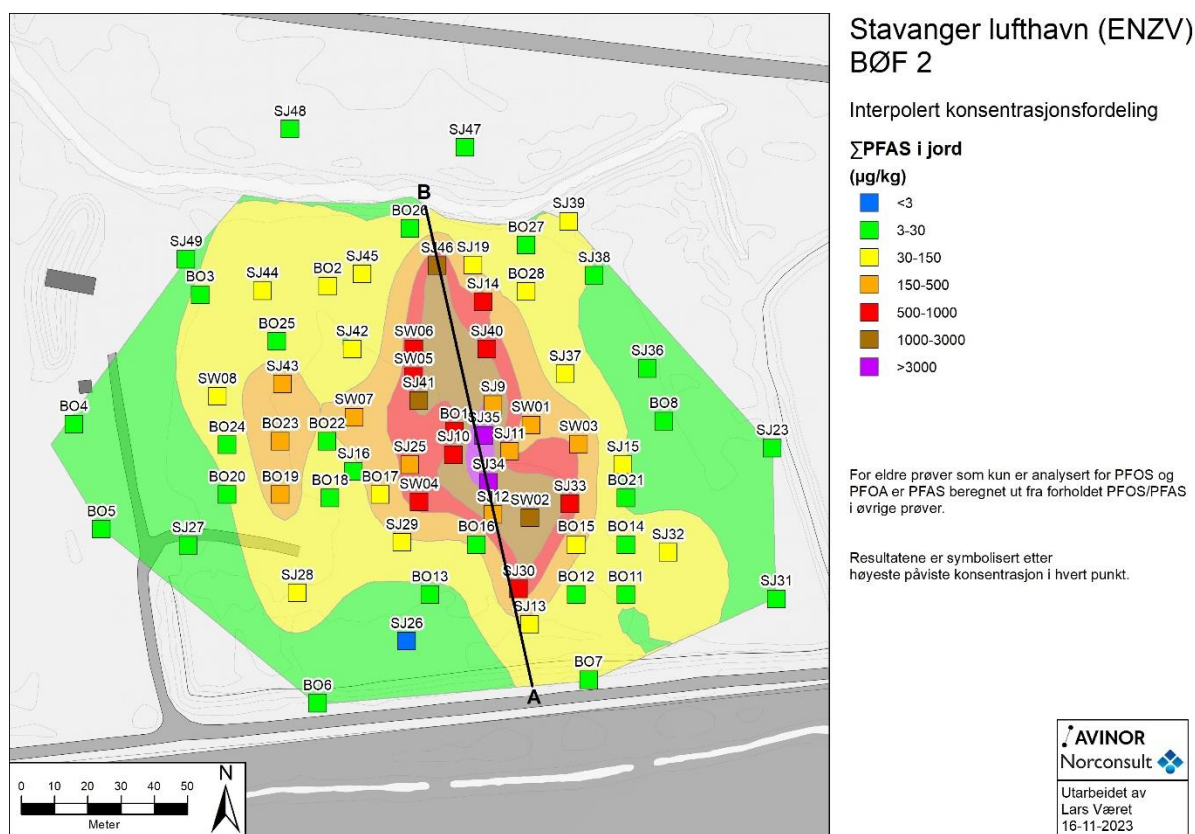
Figur 3-4: Konsentrasjoner av PFAS ($\mu\text{g/kg}$) i masser fra 2,5 – 4,5 m under opprinnelig terreng. Sort polygon angir tiltaksområde (utgravingsområde) som gitt av interpolering vist i Figur 3-5.

3.3 Modellering i 3D

De utførte undersøkelsene har gitt grunnlag for interpolering av forurensningens utbredelse i grunnen i horisontal og vertikal utstrekning, som vist i Figur 3-5 og Figur 3-6⁴. Tiltaksområde (utgravingsområde) vil for gjeldende akseptkriterium omfatte masser med konsentrasjoner >150 µg/kg, som angitt med oransje interpolert flate i figurene.

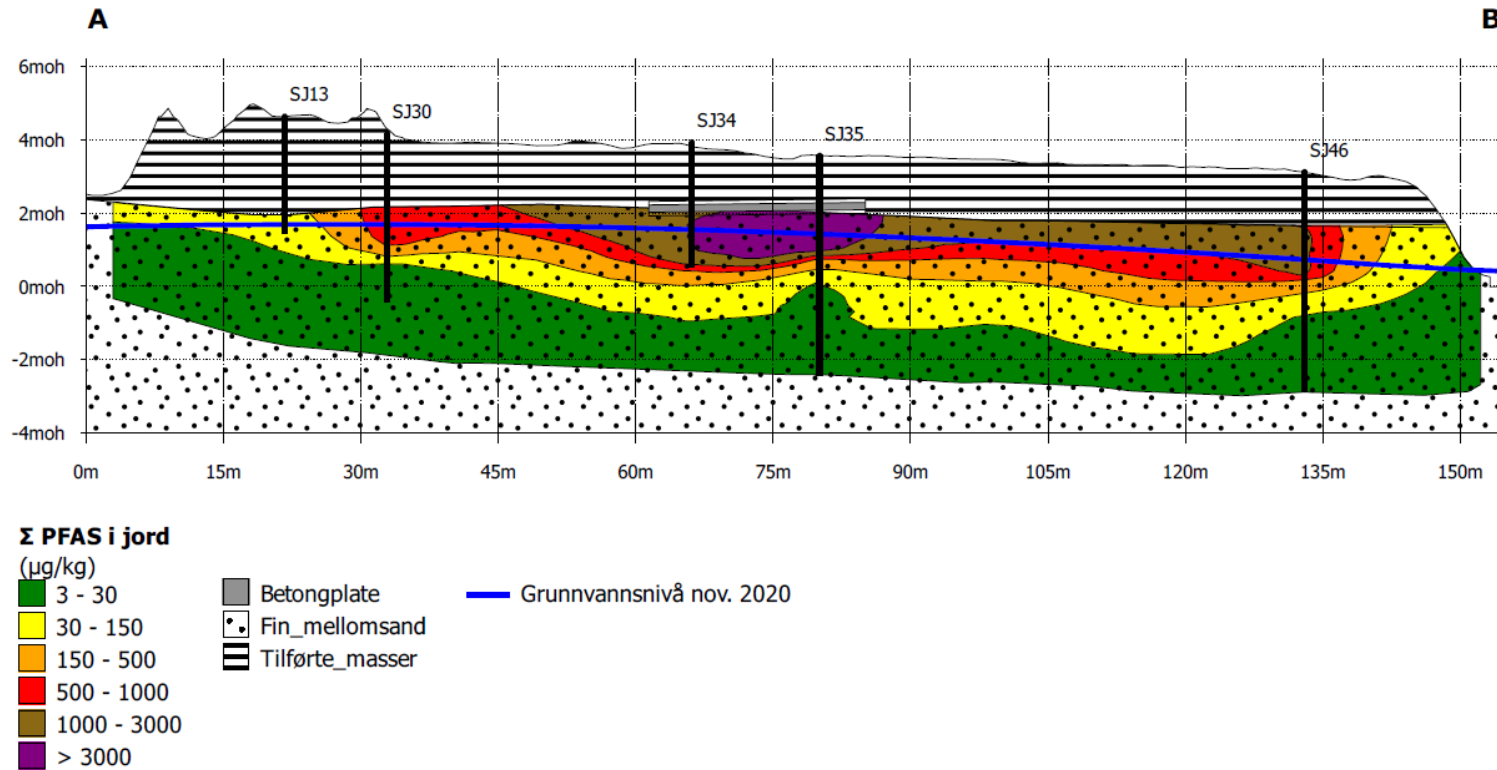
Oppdaterte beregninger etter supplerende undersøkelser høsten 2023 gir et interpolert areal for masser med konsentrasjon av Σ PFAS >150 µg/kg på om lag 6200 m², og et interpolert volum på om lag 8100 m³. For denne konsentrasjonsgrensen har forurensningen en vertikal utbredelse ned til om lag 2,6 m under opprinnelig terreng.

Det er ikke påvist konsentrasjoner av Σ PFAS >150 µg/kg i noen enkeltprøver utenfor det interpolerte volumet. Det er også en relativt høy tetthet av prøvepunkter utenfor yttergrensen av det interpolerte volumet, både horisontalt og vertikalt, og det interpolerte volumet anses derfor å representere masser med konsentrasjoner av Σ PFAS >150 µg/kg.



Figur 3-5: Interpolert konsentrasjonsfordeling for Σ PFAS (µg/kg) innenfor undersøkt areal ved gammelt brannøvningsfelt (BØF2). Vertikalsnitt (A-B) er vist i Figur 3-6. Tiltaksområde (utgravingsområde) vil her omfatte masser med konsentrasjoner >150 µg/kg, som ligger innenfor yttergrensen av oransje interpolert flate, tillagt nødvendig graveskråning.

⁴ Interpolering og mengdeberegning er utført i 3D ved bruk av programvaren Leapfrog works (ver. 2021.2, Seequent Limited).



Figur 3-6: Vertikalsnitt som viser interpolert konsentrasjonsfordeling for Σ PFAS ($\mu\text{g/kg}$) i dybden innenfor undersøkt areal ved gammelt brannøvingsfelt (BØF2). Snitt er trukket gjennom sentral del av feltet fra sør mot nord (A-B) som vist i Figur 3-5.

3.4 Andre forurensningsparametere

Det er i tidligere pålegg om gjennomføring av tiltak ved andre lufthavner, stilt krav om at gjenliggende masser/masser som gjenbrukes på tiltaksområdet som minimum skal tilfredsstille tilstandsklasse 3 i henhold til Miljødirektoratets helsebaserte tilstandsklasser for forurensset grunn. Det legges derfor til grunn at et slikt krav også vil gjelde for tiltaket ved Stavanger lufthavn.

Det er gjennom utførte undersøkelser utført av analyser av tungmetaller, polyaromatiske hydrokarboner (PAH₁₆), BTEX, polyklorete bifenyler (PCB), alifater og aromater på et utvalg jordprøver, både av tilførte masser (9 prøver) og av stedegne PFAS-forurensede masser (7 prøver).

Enkelte jordprøver fra sjakter sentralt på feltet (SJ35, SJ41 og SJ46) ble også analysert særskilt for olje (alifater og aromater), grunnet markant oljelukt ved prøveuttak.

Det er ikke påvist overskridelser av normverdi for aktuelle forurensningsparametere i noen av prøvene, med unntak av påvisning av benzo(a)pyren i tilstandsklasse 2 i prøve av tilførte masser fra SJ45.

Analyserapporter fra laboratoriet er gitt i Vedlegg E.

4 Gjennomføring av tiltak

4.1 Generelt om tiltaket

Et tiltak med vasking av masser innebærer oppgraving av forurensede masser med konsentrasjon av Σ PFAS over en gitt konsentrasjonsgrense, hvor massene deretter vaskes i et mobilt vaskeanlegg etter utsortering av grovfraksjon. Dette tiltaket innebærer at masser i fraksjon $>0,06$ mm (dvs. sand, grus og grovere fraksjoner) vaskes i et vaskeanlegg, og tilbakeføres på lokaliteten etter vasking, forutsatt at restkonsentrasjon av PFAS i massene er lavere enn en gitt akseptgrense. Finere fraksjoner (silt og leire $<0,06$ mm) og organisk materiale vil separeres ut i vaskeprosessen og leveres på godkjent mottak.

Vasking av masser vil gi en restkonsentrasjon av PFAS i de massene som tilbakeføres på lokaliteten, og effekten av tiltaket, i form av mengde (kg) PFAS fjernet, vil derfor være noe lavere sammenliknet med et tiltak med ekstern deponering av alle masser. Det vil også være en større usikkerhet knyttet til samlet effekt for denne tiltaksmetoden, sammenliknet med et tiltak med oppgraving og ekstern deponering.

Det er for de tidligere vurderingene i tiltaksplanen [2] og videre prosjekteringen lagt til grunn at restkonsentrasjon av Σ PFAS i alle masser som tilbakeføres er <30 $\mu\text{g/kg}$. Dette er basert på resultater fra testforsøk utført med masser fra lokaliteten. Det ble for testforsøk tatt ut prøvemateriale fra totalt 8 prøvepunkter fordelt over den sentrale delen av brannøvingsfeltet (se prøvepunkt SW01-SW08 i Figur 3-5). Dette materialet ble så sendt til DEME Environmental sitt laboratorium i Belgia for testing av egnethet av jordvasking. Resultatene viste at jordvasking kan være en egnet tiltaksmetode for massene på lokaliteten, hvor konsentrasjoner av Σ PFAS i sand og grusfraksjon i alle prøver ble redusert til <10 $\mu\text{g/kg}$ etter vasking [8]. Dersom man tar høyde for at man ikke oppnår like god effekt i en fullskala anlegg som i et laboratorieforsøk, og at man kan ha masser på lokaliteten med høyere konsentrasjoner enn det som er testet, kan det fortsatt forventes at masser som tilbakelegges etter vasking har en restkonsentrasjon på <30 $\mu\text{g/kg}$. Massene har også et svært lavt innhold av finfraksjoner (silt og leire) og organisk materiale, noe som tilsier at en relativt liten andel av totalvolumet må leveres på eksternt mottak.

Selv om det i beregninger av effekt er lagt til grunn en restkonsentrasjon i vaskede masser på 30 μg Σ PFAS/kg, vil Avinor gjennom dialog med valgt leverandør søke å optimalisere prosessen best mulig slik at man kommer lavest mulig i konsentrasjon i de masser som skal tilbakelegges på lokaliteten.

4.2 Tiltaksarealer, volumer og mengder

En oversikt over tiltaksarealer, volumer og mengder er gitt i Tabell 4-1.

Tiltaksarealer og volumer er basert på interpolering og beregning i 3D som omtalt i kap. 3.3. Det er for faktisk utgraving tillagt $0,2$ m rundt hele det interpolerte volumet, for å ta høyde for usikkerheter i prøvegrunnlaget og interpoleringen. Dette er også vurdert som nødvendig for å forhindre at man ved utgraving av tilførte masser som skal på mellomlager, ikke samtidig graver ut forurensede masser i overgangen til opprinnelig terreng. Prinsippskisse som illustrerer foreslått utgraving, er vist i Figur 4-1.

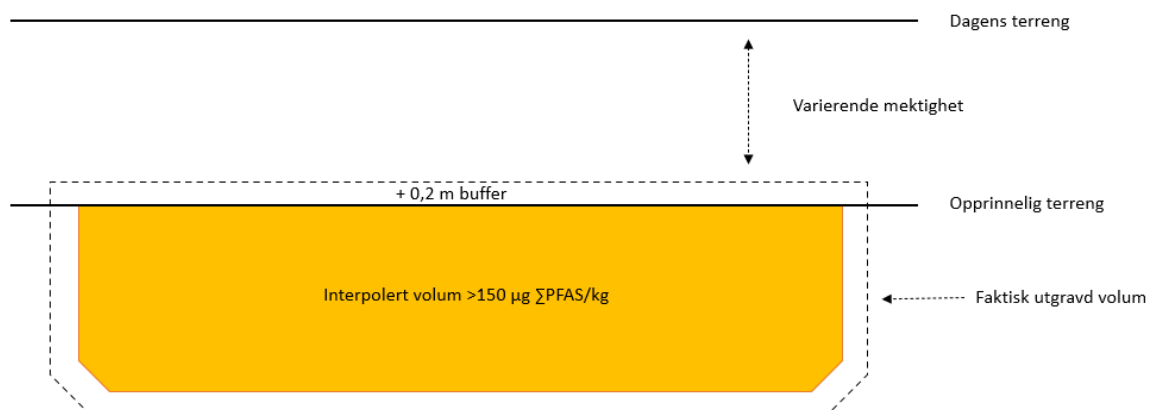
Lokalisering av tiltaksområdet med seksjoner for utgraving av masser (1-6), og avsatte arealer for plassering av jordvaskeanlegg, vannrenseanlegg og mellomlager er vist i Figur 4-2.

Tabell 4-1: Estimerte arealer, volumer og mengder for gjennomføring av tiltak.

Beskrivelse	Mengde	Kommentar
Areal tiltaksområde («utgravingsområde»)	6 400 m ²	Fra 3D-modell, tillagt nødvendig graveskråning
Tidligere tilførte masser til mellomager	10 300 m ³	Fra 3D-modell, basert på punktobservasjoner ved utførte prøvegravinger
Volum oppgravde forurensede masser	10 600 m ³	Fra 3D-modell, tillagt 0,2 m rundt hele det interpolerte volumet
Masser til jordvaskeanlegg	10 000 m ³ (17 500 tonn)	Fra 3D-modell, tillagt 0,2 m rundt hele det interpolerte volumet, medregnet fratrekk for sterkt forurensede masser direkte til mottak
Sterkt forurensede masser direkte til godkjent mottak	1 050 tonn	Basert på utførte prøvetakinger sentralt i feltet
Betong til eksternt godkjent mottak	250 tonn	Grunnlagstegninger fra Avinor
Filterkake fra vaskeanlegg til godkjent mottak	1 145 tonn	Anslått basert på andel finstoff og organisk materiale i forurensede masser, i tillegg til erfaringstall på forventet tørrstoffinnhold fra vaskeleverandør
Areal mellomagringceller – asfaltert	1 800 m ²	Lagt til grunn 8 celler, med hver celle tilsvarende dagsproduksjon i jordvaskeanlegget
Areal for jordvaskeanlegg	2 800 m ² , hvorav 2 300 m ² asfaltert	Basert på erfaringstall fra jordvaskeanlegg ved Slettebakken
Areal for vannrenseanlegg – oppgruset	750 m ²	Erfaringstall for forventet prosessløsning
Areal for mellomager tilførte masser – planeres	3 300 m ²	

* Egenvekt finsand = 1,75 tonn pr. m³** Egenvekt betong = 2,5 tonn pr. m³

*** Egenvekt filterkake, se kap. 4.6



Figur 4-1: Prinsippskisse for foreslått utgraving.



4.3 Overordnet faseplan for gjennomføring

Den praktiske gjennomføringen av tiltaket vil grovt kunne deles inn i tre faser:

1. Forberedende fase, før håndtering av forurensede masser starter
2. Utgravingsfase, med håndtering av forurensede masser
3. Tilbakeføringsfase, med tilbakefylling av masser og nedrigging av anlegg

Under er det listet opp hovedaktiviteter og sentrale nøkkeltall for hver fase. Det presiseres her at tall for volumer og mengder kun er veiledende og vil kunne bli endret fram mot gjennomføring.

Forberedende fase – ca. 5 uker

- Omlegging av kabler
 - Kabler i konflikt med gravetiltaket legges om i nye traseer
 - 3 traseer på 30 – 200 m
- Etablere areal for vannrenseanlegg
 - Avretting og eventuell forsterkning av grunn
 - 500 – 1000 m²
- Etablere areal for jordvaskeanlegg
 - Ca. 2500 – 3000 m²
 - Utføres i samråd med leverandør av jordvaskeanlegget
 - Asfaltert m/oppsamlingssystem for overvann
- Etablere mellomlager
 - Ca. 1800 m²
 - Asfaltert m/oppsamlingssystem for overvann
 - Inndeles i celler for å holde masser separert
- Massehåndtering
 - Ca. 10 000 m³
 - Avtaking av lag med rene tilførte masser over stedegne forurensede masser
 - Internt mellomlager
- Vannrenseanlegg
 - Testkjøring av vannrenseanlegget

Utgravingsfase – ca. 16 uker

Håndtering av oljeforurensning sentralt på feltet

- Utgraving av oljeforurensede masser
 - Utføres før grunnvannssenkning
 - Beredskap for håndtering av oljefilm på grunnvann og håndtering av oljeholdig vann

Vannhåndtering

- Grunnvannssenkning
 - Seksjonsvis etablering og drift av sugespissanlegg
 - Grunnvannsnivå senkes fra 0 – 2,5 m
 - Pumperate må tilpasses vannrenseanleggets kapasitet

- Infrastruktur
 - Etablere infrastruktur for vannrenseanlegget
- Vannrenseanlegg
 - Kapasitet på minimum 15 l/s
 - Utslippskrav på 300 ng/l for Σ PFAS og 50 mg/l for suspendert stoff (SS)

Håndtering av forurensede masser

- Jordvasking
 - Ca. 10 000 m³ sandige masser
 - Utseparering av forurensset finfraksjon (silt, leire) og organisk materiale (antatt <3% på vektbasis)
 - Krav om at vasket fraksjon overholder konsentrasjonsgrense på <30 µg Σ PFAS/kg før tilbakelegging
- Ekstern deponering av PFAS forurensede masser og avfall
 - Ca. 1000 tonn sterkt forurensede masser (PFAS og olje)
 - Ca. 1200 tonn filterkake fra jordvaskeanlegget (utseparert finstoff og organisk materiale)
 - Ca. 250 tonn forurensset betong

Tilbakeføringsfase – ca. 4 uker

- Tilbakelegging av vaskede masser
 - Ca. 10 000 m³
- Nedrigging av anlegg
- Reetablering av området

4.4 Forberedende arbeider

Før jordvasking kan settes i gang, må det etableres arealer for jordvaskeanlegg, vannrenseanlegg og lagringsceller for mellomlagring av vaskede masser.

Jordvaskeanlegg

I dialog med mulige vaskeentreprenører er det avdekt at de ønsker å stå ansvarlig for å planlegge opparbeidelsen av området for jordvaskeanlegget selv. Med bakgrunn i dette er det derfor ikke gjort videre undersøkelser på omfanget av opparbeidelsen, men avsatt et område for plassering av vaskeanlegget, hvor det er lagt til grunn et areal på ca. 2300 m² harde flater, med etablert system for oppsamling av avrenningsvann. Det er antatt at tilrigging, opparbeidelse av areal og idriftsettelse av anlegget vil ta ca. 1 måned.

Jordvaskeanlegget krever tilgang til vann. Det er i dialog med mulige leverandører avdekt at det ved oppstart må fylles opp ca. 200 m³ vann i anlegget. Videre vil det være et behov for tilføring av ca. 2-3 m³ vann pr. time gjennom produksjonen. Det finnes muligheter for uttak av vann ved dagens brannøvingsfelt, ca. 60-70 m fra vaskeanleggets antatte plassering. Jordvaskeanlegget vil også ha en egen enhet for rensing av vann fra vaskeprosessen. Dette vil være separat fra det større vannrenseanlegget som må etableres for håndtering av grunnvann og avrenningsvann fra mellomlager (se omtale under kap. 4.9).

Vaskeanlegget krever strøm. For prosjekter av denne størrelsen, vurderer mulige leverandører det som mest hensiktsmessig å benytte eget aggregat. Det finnes muligheter for å koble seg på landstrøm i området, men dette vil kreve noe ombygging i forkant.

Eventuell mellomlagring av de forurensede massene før det mates inn i jordvaskeanlegget, skal skje innenfor asfaltert areal (2300 m²).

Mellomlagringsceller

I varsel om pålegg fra Miljødirektoratet er det satt krav om at all mellomlagring av forurensede masser skal skje på tett dekke, og at avrenning fra massene skal samles opp og renses før videre utslipp. I perioden etter at massene er vasket, må de derfor mellomlagres på tett dekke med oppsamlingssystem av avrenning, inntil massene er dokumentert å overholde krav om konsentrasjon av Σ PFAS <30 µg/kg. De vaskede massene skal holdes adskilt fra hverandre (i separate celler), da det vil tas ut representative blandprøver fra hver celle som sendes til analyse for å dokumentere at vasket fraksjon overholder akseptkriterium på <30 µg/kg. Det vil samtidig med prøvetaking av vasket fraksjon også tas prøver av masser som skal inn på vaskeanlegget.

Opparbeidet mellomlager må ha en tilstrekkelig kapasitet til å kunne mellomlagre massene lenge nok til å kunne få svar på analyser, uten at dette gir heft for øvrig produksjon. Svar på hasteanalyser er antatt å ta 2 til 3 dager, men erfaringsbasert bør det forventes at det vil forkomme forsinkelser i løpet av gjennomføringsperioden. Det bør derfor legges til grunn en mellomlagringskapasitet på 5 til 6 dager for de vaskede massene. I tillegg må det etableres tett kontainerløsning for mellomlagring av filterkake (forurensset finstoff og organisk materiale utseparert gjennom vaskeprosessen), inntil filterkaken skal transporteres til godkjent mottak.

For å tilfredsstille disse kravene er det vurdert at et mellomlager på ca. 1800 m², inndelt i 8 celler på ca. 12x15x1,6 m, vil kunne håndtere den forventede fremdriften i prosjektet. Området opparbeides med fall mot etablerte sluk, for å unngå ukontrollert avrenning ut av mellomlageret. Dekket etableres med to lag asfalt, og 2 til 3 sandfang m/ristolokk. For å kunne holde massene separert er det i lignende prosjekter benyttet standard «skilleblokker» av betong. For 8 celler i en høyde på 1,6 m, vil dette gi et behov for opp mot 500 skilleblokker i standard 80x80x160 cm størrelse.

Et alternativ til å benytte skilleblokker, er å utvide mellomlageret. Dette kan være en billigere løsning om skilleblokkene må kjøpes inn og avskrives i dette prosjektet. Det er imidlertid usikkerhet knyttet til dette. Samtidig vil en økning av mellomlageret gi et større avrenningsfelt, og da kunne tilsi behov for økt kapasitet på vannrenseanlegget.

Tildekking av massene for å redusere den totale vannmengden som må samles opp vil til en viss grad redusere nødvendig kapasitet på vannrenseanlegget, men avrenningen fra massene må likevel håndteres. En løsning med eksempelvis telt for å unngå oppsamling av overvann forventes å gi en betydelig tilleggskostnad.

Kraftige regnskyll vil kunne gi en utvasking av masser fra mellomlagringscellene, da i form av vaskede fraksjoner av sand som skal tilbakeføres til graveområdet. For å forhindre betydelig utvasking og massetransport til vannrenseanlegget må det være mulig å tildekke massene i slike tilfeller, ikke for å begrense vannmengder til renseanlegget, men for å hindre kanaldannelse og utvasking av partikler.

Vannrenseanlegg

Arealet for vannrenseanlegget er tenkt plassert i nord-vestlig del av anleggsområdet. Dette vil medføre behov for relativt kort pumpeledning for grunnvann fra gravegrop og fra mellomlagringscellene, samtidig som det i liten grad vil komme i konflikt med transport og andre aktiviteter i tiltaksområdet. Området ligger i tillegg nært Regebekken. Dette gir en kort utløpsledning fra vannrenseanlegget til Regebekken.

Det forventes høye PFAS-konsentrasjoner ved oppstart av utgravningen. For å redusere risiko for høye utslipp ved oppstart og igangkjøring av anlegget, skal dette driftes en tid med tilbakeføring av rensset vann til tiltaksområdet og ikke til resipient. Perioden skal brukes til å avdekke og korrigere feil før ordinær drift startes

parallelt med full drift på sugespissanlegget. Det skal verifiseres med analyseresultater at anlegget overholder utslippskravene før ordinær drift med utslipp til resipient kan starte.

Dette vil være en testkjøring av anlegget som antas å ville gå over 2-3 dager. Anlegget trenger ikke driftes ved full kapasitet, men alle prosesser og alt utstyr skal verifiseres som fungerende.

Omlegging av infrastruktur

Det er i forprosjektet avdekt at minst én høyspentkabel og én telekabel kommer i konflikt med gravetiltaket.

Høyspentkabelen er fra tiden hvor det ble benyttet en kombinasjon av olje og papir. Kabelen antas å ligge ca. 0,6 m under opprinnelig terreng. For å kunne gjennomføre en rasjonell og sikker gjennomføring av gravetiltaket, må derfor kabelen legges om. Nødvendig omlegging vil være på ca. 100m. En nærmere detaljering av omleggingen vil bli utført i detaljprosjekteringen.

Telekabelen krysser området i to traseer. Telekabelen gir ingen økt risiko for mannskapet, men ved eventuell avgraving av kabelen, mister lufthavnen og Forsvaret sårbar infrastruktur. Det vil i tillegg gjøre gravingen mindre rasjonell. Det legges derfor opp til at kabelen legges om før hovedarbeidene starter. En nærmere detaljering av omleggingen vil bli utført i detaljprosjekteringen.

Oppgraving og mellomlagring av tilførte masser

Før hovedarbeidene med oppgraving av forurensede masser starter, må de tidligere tilførte massene fjernes fra tiltaksområdet. Dette gjelder masser lagt over stedeagne masser i perioden 2003-2006 (som omtalt i kap. 2.1).

De tilførte massene er gjennom utførte undersøkelser dokumentert å overholde krav til masser som kan gjenbrukes på tiltaksområdet ($<30 \mu\text{g } \Sigma\text{PFAS/kg}$), og er planlagt mellomlagret i nordøstlig del av området. (se Vedlegg C).

Volumet av tilførte masser som må håndteres som følge av tiltaket er beregnet til ca. 10 000 m³ og det legges til grunn at hele dette volumet flyttes til mellomlager før man starter oppgraving av forurensede masser.

Riggområde

Det er i dialog med lufthavnens representant signalisert at det kan være mulig å etablere et mindre riggområde for plassering av lomp-, kontor-/spisebrakke på det aktive brannøvingsfeltet (BØF1) (se plassering i Figur 4-1).

4.5 Håndtering av grunnvann

4.5.1 Forutsetninger og betingelser

Det skal graves under grunnvannsnivå og det er derfor nødvendig å gjøre tiltak for å senke grunnvannsnivå før utgraving. Dette både for å sikre stabil gravegrop, og for å forhindre mobilisering og spredning av forurensning under utgraving.

Det legges følgende forutsetninger og begrensninger til grunn for prosjektering av anlegg for grunnvannssenkning og vannrensing:

- Grunnvannet er forurensset med PFAS og må renses før utslipp til resipient (Regebekken). Grenseverdi for konsentrasjon av ΣPFAS i vann som slippes ut i resipient er 300 ng/l.

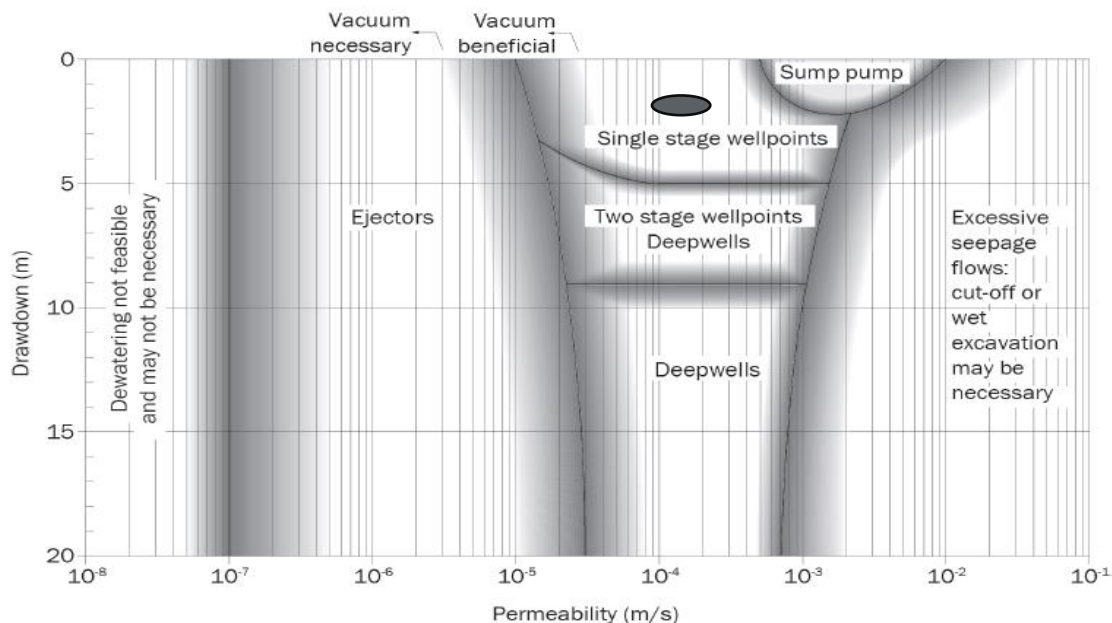
- Det legges til grunn en kapasitet på vasking av masser på 400 tonn/dag⁵. Dette tilsvarer ca. 230 m³/d eller 1140 m³/uke med 5 dagers arbeidsuke.
- Grunnvannsnivå skal ikke senkes mer enn nødvendig for å grave ut massene med tilstrekkelig lavt vanninnhold og sikre stabile graveskråninger og traubunn. Grunnvannsnivå skal ikke senkes dypere enn 0,5 m under dypeste utgravingsnivå. I områder hvor det graves under kote +0,5 (se Figur 2-5) skal varigheten av grunnvannssenkningen ikke være lenger enn nødvendig.
- Utpumpede vannmengder skal ikke overstige kapasiteten til vannrenseanlegget.
- Det skal gjøres tiltak som reduserer risiko for spredning av forurensning under utgraving og kontaminering av tilbakefylte masser.
- Vaskeanlegget for forurensede masser forutsetter at massene er avvannet før vasking.
- Det skal gjøres tiltak for å hindre at overflatevann har avrenning mot gravegrop ved nedbør.

4.5.2 **Anbefalt metode for grunnvannssenkning**

Anvendelsesområde for ulike metoder for grunnvannssenkning, som funksjon av senkningsbehov og massenes hydrauliske konduktivitet, er vist i Figur 4-3. De stedegne forurensede massene består av godt sortert finsand (se kap. 2.2). Grunnvannssenkning vil være i størrelsesorden 0-2,5 m. Med utgangspunkt i de lokale grunnforholdene og planlagt senkning av grunnvannsnivå, vurderes sugespisser (wellpoints) å være den best egnede metoden for grunnvannssenkning.

I Figur 4-3 vises også anvendelsesområder for andre metoder som vurderes å være mindre egnet for det aktuelle tiltaket. Pumpesump er ikke egnet som metode pga. for lav hydraulisk konduktivitet i massene og for stor nødvendig senkning av grunnvannsnivå. Avskjermende vegger som spunt vil kunne redusere vannmengdene, med det vil uansett være nødvendig å benytte sugespisser eller andre metoder for å avvanne massene før de føres til vaskeanlegget. Drensledninger i kombinasjon med pumpesump vil kreve mye forarbeid og vil trolig måtte anlegges såpass tett at de vil være til hinder for gravearbeidene. Det vil også medføre en dypere utgraving enn nødvendig for å anlegge drensrør/-grøfter under selve utgravingsnivået. Våt utgraving under grunnvannsnivå kan medføre ustabile graveskråninger. I tillegg må det ved våt utgraving etableres et trinn for avvanning av massene før de føres til jordvaskeanlegget.

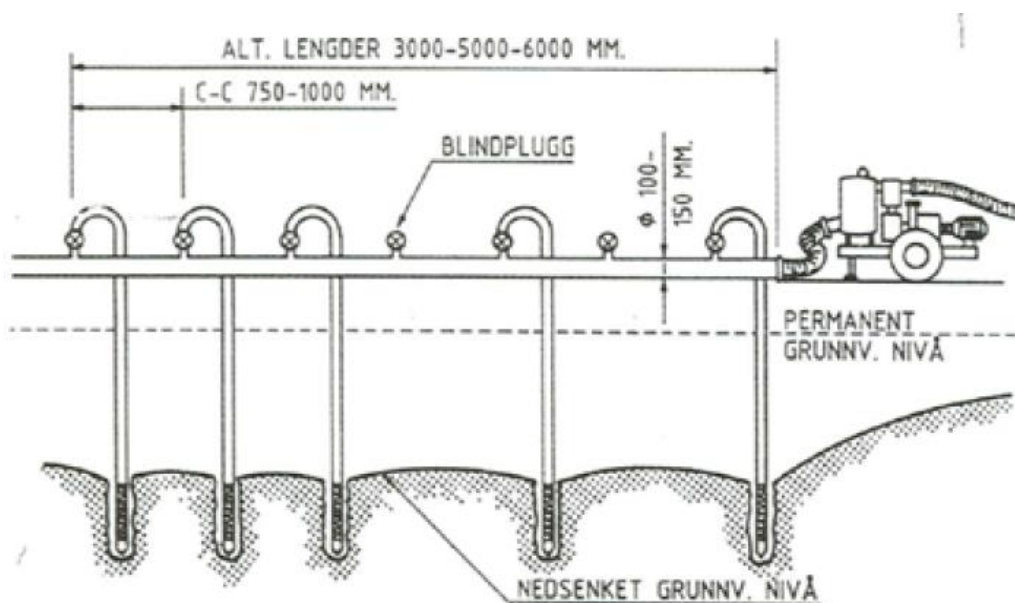
⁵ Oppgitt av leverandører som mulig kapasitet på mobilt jordvaskeanlegg. Dersom annen kapasitet leveres vil det stilles krav til leverandør om at gjennomføring av utgraving og vannhåndtering tilpasses denne, slik at krav fra Miljødirektoratet overholdes.



Figur 4-3: Anvendelsesområde for ulike metoder for grunnvannssenkning som funksjon av massenes hydrauliske konduktivitet (x-akse) og senkning (y-akse). Forholdene for det aktuelle tiltaket er markert med grå ellipse. Figur hentet fra [9].

4.5.3 Seksjonsvis grunnvannssenkning

Et sugespissanlegg består av spisser med filter i enden som spyles ned til ønsket dyp, samleledning, sugepumpe, og en avløpsledning som fører vannet til vannrenseanlegg (se Figur 4-4). Sugespisser settes på linje rundt utgravingsområdet med en innbyrdes avstand på 2-3 m. Fordelene med sugespissanlegg er at det tar kort tid å installere, og det er et fleksibelt system som kan brukes for både store og små gravegroper [9]. Sugespissene kan flyttes relativt raskt og størrelsen på utgravingsseksjoner kan tilpasses under utførelse av tiltaket.



Figur 4-4: Prinsippskisse av et sugespissanlegg. Figur hentet fra [10].

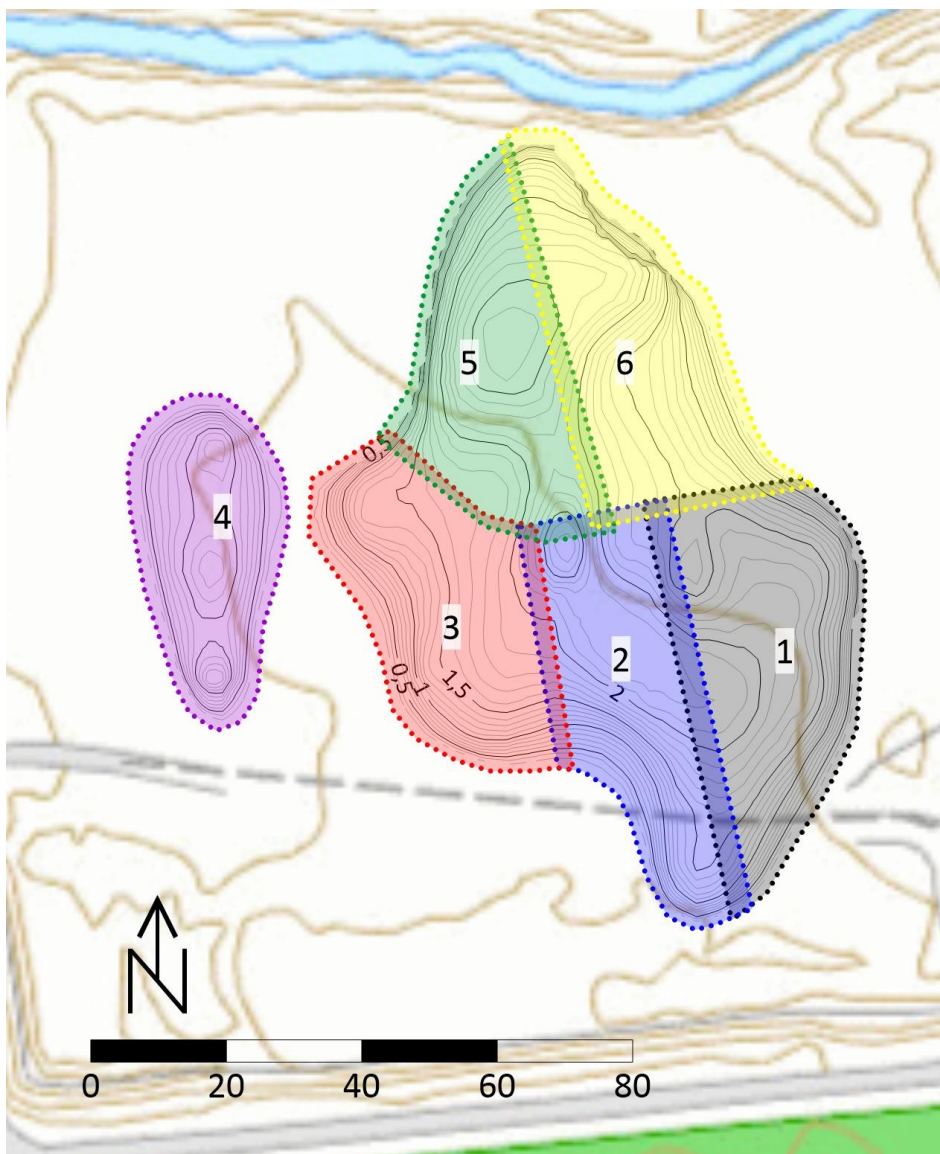
Det anbefales seksjonsvis grunnvannssenkning og utgraving, for å redusere nødvendig kapasitet på vannrenseanlegget. For en mulig inndeling i utgravingsseksjoner tas det utgangspunkt i at størrelsen på utgravingsseksjonene, og dermed kapasiteten til anlegg for grunnvannssenkning og vannrensning, dimensjoneres for å følge kapasiteten på jordvaskeanlegget. Samtidig skal det sikres stabile graveskråninger og traubunn, og en løsning som ikke hindrer de øvrige anleggsaktivitetene som utgraving, flytting av sugespisser og tilbakefylling. Hele tiltaksområdet deles inn i 6 seksjoner (1-6) som vist i Figur 4-5. Detaljer om areal og omkrets av hver seksjon er gitt i Tabell 4-2.

For den dypeste utgravingsseksjonen er det anslått ved bruk av numerisk modellering⁶ at avstanden mellom to rader ikke bør være større enn 25 m for å oppnå tilstrekkelig senkning i senter av gravegrop (i perioder med høyt grunnvannsnivå). For deler av tiltaksområdet hvor det ikke skal graves like dypt er bredden av seksjonene noe større.

For å redusere risiko for rekontaminering av vaskede, tilbakefylte masser, skal søndre del graves ut og tilbakefylles før nordre del (naturlig grunnvannsstrømning går mot nord). Det skal startes i seksjon 1, deretter fortsette i stigende rekkefølge fra seksjon 2-6. Det mest forurensede området er i nordre del av seksjon 2. Ved oppstart av pumping i seksjon 1, vil vestre rad med sugespisser trekke grunnvann fra det mest forurensede området. Det forventes derfor høye konsentrasjoner av PFAS i utpumpet grunnvann ved oppstart.

Seksjon 4 kan isoleres fra det øvrige utgravingsområdet. I så fall vil det være mulig å grave ut denne seksjonen uavhengig av de andre seksjonene.

⁶ Numerisk modellering er utført i Visual Modflow Flex 8.0. I modellen er det lagt til grunn en hydraulisk konduktivitet på $1,53 \times 10^{-4}$ m/s, en gradient på grunnvannsstrømningen på 0,01 og grensebetingelser med konstant trykkehøyde oppstrøms og nedstrøms gravegrop, som representerer Regebekken i nord og grøft syd for tiltaksområdet. Senkning i senter av gravegrop skal være rundt 2,5 m, for å representere en situasjon med høyt grunnvannsnivå.



Figur 4-5: Skisse over seksjoner for grunnvannssenkning og utgraving. Sugespisser er representert med stiplede linjer. Kotelinjer med tall angir dybde på utgraving av forurensede masser i meter under opprinnelig terreng. Området i overgangen mellom seksjon 3 og 4 skal graves ut, men over grunnvannsnivå.

Tabell 4-2: Arealer og omkrets for mulige seksjoner for grunnvannssenkning og utgraving.

Seksjon	Areal (m ²)	Omkrets (m)
1	1400	165
2	1250	165
3	1195	145
4	850	120
5	1150	155
6	1325	175

Vaskede masser som er dokumentert å overholde kravet for tilbakefylling, tilbakefylles fortløpende i utgravingsseksjonen. Sugespisser for seksjon 2 må settes ned før pumping i overgangen mellom seksjon 1 og 2 stanses. Sugespisser for seksjon 2 settes i det tilbakefylte området i seksjon 1, slik at det blir overlapp mellom to rader sugespisser i en kort periode. Pumping i seksjon 2 skal starte opp samtidig som pumping i seksjon 1 stanses. Dette er nødvendig for å kunne etablere en stabil graveskråning for tilbakefylte masser (se prinsippskisse i Figur 4-6). Tilsvarende gjelder for overgangene mellom de øvrige seksjonene.

Ettersom det vil graves ut et større volum enn det som kan tilbakefylles fortløpende, pga. behov for graveskråninger mellom tilstøtende seksjoner, vil det bli et overskudd av vaskede, kontrollerte masser. Overskudd av vaskede, kontrollerte masser kan håndteres ved at det tilbakefylles til et høyere nivå enn endelig terreng, som senere fylles i overgangssonen mellom seksjoner.

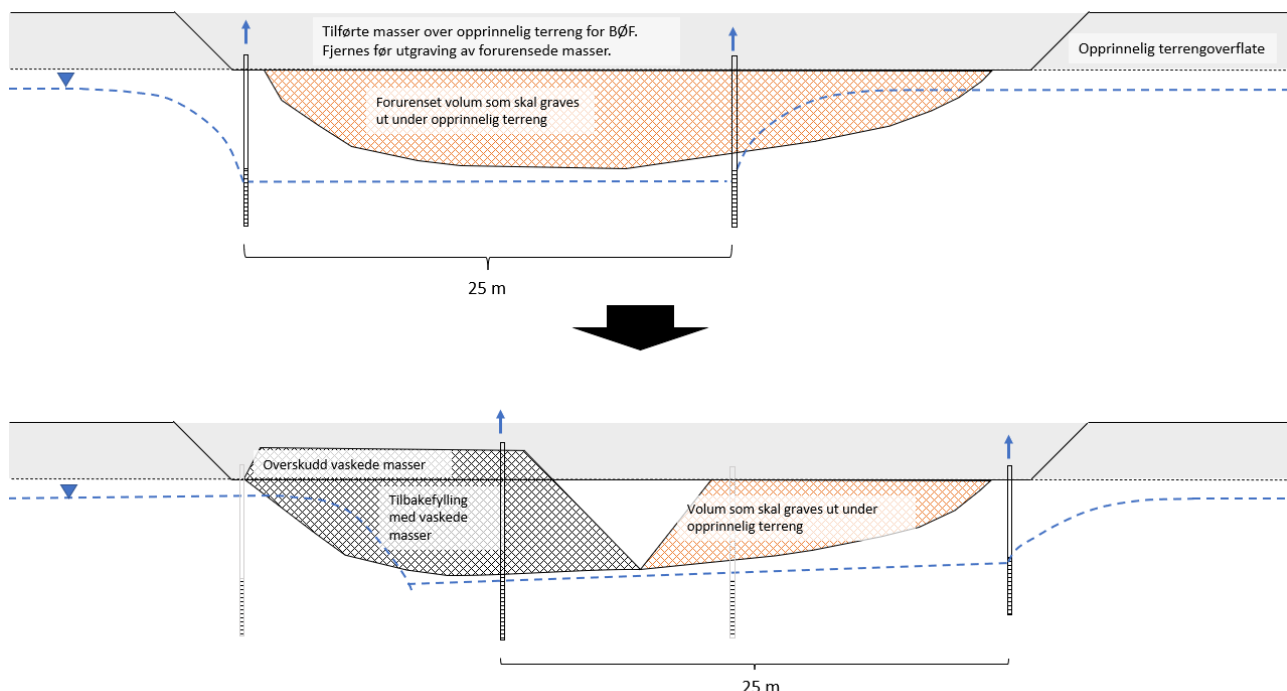
Langs nordre side av seksjon 1 og 2 vil det i en periode mens seksjon 3 graves ut, stå åpent et felt mellom tilbakefylte masser i seksjon 1 og 2 og forurensede masser i seksjon 5 og 6. Tilsvarende vil det være et åpent felt mellom seksjon 3 og 5, dersom seksjon 4 graves ut rett etter seksjon 3. Det bør opprettholdes en rad av sugespisser langs disse overgangene, slik at graveskråningene holder seg stabile. Ved en eventuell stans i sugespissanlegget (f.eks. pga. problemer med pumpe, strømbrydd og store nedbørsmengder), vil grunnvannet stige i det åpne feltet. Det forventes at noe masse fra hver graveskråning vil vaskes ut og at forurensede masser vil blandes med vaskede, tilbakeførte masser. Dersom dette inntreffer, skal massene i overgangssonen på nytt graves opp og vaskes. Naturlig grunnvannsstrømning er fra sør mot nord, slik at det er liten fare for rekontaminering av tilbakefylte masser ved en eventuell stans i pumpene.

Basert på erfaringer under testing av anlegget, faktisk grunnvannsnivå i tiltaksperioden, og erfaringer underveis i tiltaksgjennomføringen, kan det vurderes om resterende utgravingsseksjoner kan utvides eller endres i utstrekning. Tilsvarende vil seksjonene måtte reduseres i utstrekning, dersom det ikke oppnås tilstrekkelig senkning med pumperater som tilfredsstiller kapasiteten til vannrenseanlegget.

Dypeste utgravingsnivå i seksjon 4 er inntil 1 m under grunnvannsnivå i perioder med høyt grunnvannsnivå. I deler av året vil imidlertid hovedparten av utgravingsnivå i seksjon 4 være over grunnvannsnivå eller <0,2 m under grunnvannsnivå. Behov for grunnvannssenkning og eventuell metode for senkning i seksjon 4 vurderes basert på de aktuelle forholdene under tiltaksperioden.

Pumperate fra sugespissanlegget kan justeres f.eks. med ventiler eller ved å blende spisser. Grunnvannsnivå senkes kontrollert med en pumperate som ikke overskrider kapasiteten til vannrenseanlegget. Det må overvåkes via peilerør og/eller sugespisser som ikke er i bruk at grunnvannsnivå er senket til ønsket nivå, ikke dypere enn nødvendig og maksimalt 0,5 m under dypeste utgravingsnivå.

Det forventes at det tar 2-3 dager å installere sugespisser for én seksjon. Installasjon av sugespisser i neste seksjon kan utføres samtidig som utgraving, slik at tiden hvor det ikke er areal tilgjengelig for utgraving reduseres. Det forventes at grunnvannsnivå er senket til ønsket nivå ila. 1-2 dager, avhengig av dybde på utgravingsnivå og naturlig grunnvannsstand i perioden tiltaket utføres.



Figur 4-6: Prinsippskisse for overgangen mellom seksjoner. Øverste figur illustrerer prinsipp for grunnvannssenkning og utgraving av første seksjon (sett mot syd). Nederste figur illustrerer prinsipp for tilbakefylling av vaskede masser og etablering av sugespisser for tilstøtende parallell seksjon. Merk at bredden på seksjonene vil variere for de ulike seksjonene.

4.5.4 Vannmengder fra grunnvannssenkning

I det følgende presenteres forventede utpumpede vannmengder som vil måtte håndteres ved en løsning for senkning av grunnvann i seksjoner som presentert i kap. 4.5.3. Det gjøres oppmerksom på at det er store usikkerheter knyttet til mengdene som presenteres i dette kapittelet. Nødvendig pumperate for grunnvann vil variere som følge av naturlig høyde på grunnvannsnivå i tiltaksperioden, hvor dypt det skal graves under grunnvannsstand og lokale variasjoner i massenes hydrauliske konduktivitet. Dersom det er en periode med naturlig lavt grunnvannsnivå vil vannmengdene være vesentlig mindre enn i en periode med høyt grunnvannsnivå.

De største vannmengdene forventes å være ved utgraving av seksjon 2, som har et areal på ca. 20 m x 60 m. Dersom høyeste målte naturlige grunnvannsnivå legges til grunn, og en forutsetning om at grunnvannsnivå senkes til 0,3 m under dypeste utgravingsnivå i senter av gravegrop, blir maksimal senkning på ca. 2,5 m.

Nødvendig pumperate for å senke grunnvannsnivå 2,5 m over et areal på 20 m x 60 m er beregnet til ca. 9 l/s ved bruk av numerisk modellering (se fotnote på s. 33). I søndre del av seksjon 2 er det antatt at det ikke blir nødvendig å senke grunnvannsnivå mer enn inntil 1,5 m. Ved å tilpasse dybde på filter, ha større avstand mellom spisser og justere kapasitet til sugespisser i søndre del vil samlet pumperate for seksjon kunne bli mindre enn 9 l/s.

Dersom det er høyt grunnvannsnivå i perioden for utgraving, må det påregnes behov for å pumpe fra en rad sugespisser langs nordre side av seksjon 1 for å sikre graveskråningene mellom seksjon 1 og 6.

Det anbefales å ta utgangspunkt i en pumperate for grunnvann på 11 l/s ved dimensjonering av vannrenseanlegget, som da inkluderer 10 l/s i grunnvannsbidrag og 1 l/s for nedbør som faller direkte i gravegrop. Merk at denne kapasiteten kun gjelder vannmengder som må håndteres fra gravegrop. Vannrenseanlegget må i tillegg dimensjoneres for å håndtere avrenning fra tette flater med krav til oppsamling av vann. Dette er nærmere omtalt i kap. 4.9.4.

Det må gjøres tiltak for å hindre at overflateavrenning fra tilstøtende arealer har avrenning til gravegrop. Nedbør som faller direkte i gravegropen antas å infiltrere i grunnen og fanges opp av sugespissanlegget. Dersom vann blir stående i gravegropen kan det bli nødvendig å supplere med pumpeump og lensepumpe. Dette er hensyntatt ved dimensjonering av vannrenseanlegget (se kap. 4.9.4).

4.6 Massehåndtering – forurensede masser

Utgraving av oljeforurensede masser over og under betongplate sentralt på feltet skal gjøres før senkning av grunnvann igangsettes. Ved påtreff av oljefilm på grunnvann og/eller synlig oljeforurensning under grunnvannsnivå, skal denne håndteres særskilt (ved bruk av oljeskimmer eller liknende) før senkning av grunnvann og videre utgraving.

Forurensede masser fra tiltaksområdet graves opp seksjonsvis og transporteres til jordvaskeanlegg. Oppgravde forurensede masser skal kun lagres på tette dekker med krav til oppsamling, eller i kortere perioder innenfor tiltaksområdet over masser med samme forurensningsgrad. Transport av forurensede masser skal foregå på en slik at måte at søl unngås.

De forurensede massene er i all hovedsak homogene, sandige masser, og det vil ikke være behov for utsortering av grovere fraksjoner etter utgraving før videre håndtering av massene.

Etter at massene har vært gjennom vaskeprosessen, transporteres de til mellomagringsceller og lagres der. Der skal massene prøvetas, og dersom konsentrasjon av Σ PFAS er lavere enn gitt akseptgrense på <30 µg/kg, kan massene tilbakeføres til tiltaksområdet. Vaskede masser som er godkjent for tilbakeføring, transporteres fra mellomlagercellene og legges tilbake i gravegrop, der forurensede masser er fjernet. Det er viktig at vaskede masser ikke blandes med forurensede masser som enda ikke er gravd opp.

For å motvirke sammenblanding av vaskede masser og forurensede masser, må både oppgraving og utlegging av masser gjøres med graveskråning. Graveskråning må tilpasses stabiliteten av massene, men det anbefales minimum graveskråning på 1:1 for oppgraving og 1:2 for utlegging.

I tillegg til vasking av forurensede masser, vil det også foregå levering av forurensede masser direkte til godkjent mottak. Dette omfatter betongdekke og masser over og under betongplaten sentralt på feltet, som vil transporteres til mottak ved oppstart av gravearbeider. Massene under betongplaten er også oljeforurensset i tillegg til at de har høye konsentrasjoner av PFAS. Videre vil det være løpende behov for transport av filterkake fra jordvaskeanlegget til mottak under gjennomføringen.

Betongplaten skal knuses opp på stedet før den lastes opp og leveres til mottak som PFAS-forurensset.

I det tidsrommet denne rapporten er utarbeidet er det kjennskap til fire deponier som kan ta imot de forurensende massene:

- Lindum i Asker kommune
- Reno-Vest i Sortland kommune
- Perpetuum i Balsfjord kommune
- Bergmesteren Raudsand i Molde kommune.

Nærmeste deponi ligger ca. 550 km unna tiltaksområdet. Transport av masser langs sjø vil derfor være den billigste transportløsningen for massene ved transport av større volumer samlet.

Nærmeste kai for tiltaksområdet er ved Forus, ca. 12 km øst for lufthavnen og ved Risavika, ca. 6 km nord for lufthavnen. Det er undersøkt om det finnes aktuelle lokasjoner for mellomlagring av de forurensede massene i nærheten av kaianleggene, som ivaretar krav til mellomlagring fra Miljødirektoratet. Det er ikke avdekt at det finnes et mulig område for dette.

4.7 Reetablering av området

Tiltaksområdet skal etter gjennomført tiltak tilbakeføres slik at det blir mest mulig likt slik terrenget var før tildekking med tilførte masser (terreng før 2003). Dette betyr at de tilførte massene (utlagt i perioden 2003 - 2006) som graves bort før utgraving av forurensede masser, ikke nødvendigvis legges tilbake.

Det er akseptert at terrenget etter tiltak blir lavere enn det er i dag. Alle vaskede masser føres tilbake og planeres ut. I tillegg vil noe av de mellomlagrede tilførte massene brukes for å etablere slake overganger og arrondering av tiltaksområdet slik at det ikke oppstår dammer.

Mellomlagringsområde for tilførte masser skal også planeres ut, slik at hele området fremstår som en flate.

Etablerte tette flater (asfalterte flater) rives og fjernes, dersom ikke Avinor ønsker å beholde disse asfaltdekkene.

I tillegg må spor etter anleggsvirksomhet i øvrige områder planeres og tilbakeføres til opprinnelig terreng.

Muligheter for tilsåing av området for å forhindre betydelig støvflukt den første perioden vil vurderes nærmere av kompetent biolog, som nærmere omtalt i kontroll- og overvåkningsprogram for tiltaket (Vedlegg B).

4.8 Jordvaskeanlegg

Grunnlaget for vurderinger av egnethet jordvasking for de utgravde massene er beskrevet innledningsvis i kap. 4.1. Det finnes flere aktuelle leverandører av jordvaskeanlegg som har noe forskjellige prosessløsninger, med ulikt omfang av dokumentasjon og referanser, modenhet i utviklingen, tilgjengelige anlegg og kapasiteter.

Det er i prosjekteringen lagt til grunn en kapasitet for jordvaskeanlegget som skal benyttes under gjennomføringen på 400 tonn/d, da dette er oppgitt av leverandører som mulig kapasitet på mobilt jordvaskeanlegg. Dersom annen kapasitet leveres for gjennomføringen vil det stilles krav til leverandør om at gjennomføring av utgraving og vannhåndtering tilpasses kapasitet på jordvaskeanlegget, slik at alle krav fra Miljødirektoratet knyttet til håndtering av masser og vannhåndtering overholdes.

Generelt vil et vaskeanlegg omfatte en lang rekke delprosesser for separering av de ulike fraksjonene, som kan inkludere:

- Manuell grovsortering av masser
- Grovsiling
- Finere siler
- Hydrosykloner

Dette vil tilsvarende som for vannrenseanlegget være leverandøravhengig, og det er ikke gjort noen nærmere tekniske vurderinger av ulike jordvaskeanlegg som del av prosjekteringer. Generelt vil man ende opp med to «hoveddelstrømmer» ut av anlegget, herunder (1) vaskede fraksjoner som tilfredsstiller krav til

tilbakefylling, og (2) restfraksjoner med høyt forurensningsinnhold som ikke kan tilbakefylles og må håndteres separat.

Restfraksjonene utgjøres av finfraksjoner <0,06 mm (silt og leire) og organisk materiale. Ut ifra analyser av de aktuelle massene gjort som del av labforsøk utført av DEME [8], så kan det estimeres at i størrelsesorden 2% av oppgravde masser separeres som finfraksjon (0,06 mm) på vektbasis (tørrestoff). Vaskeprosessen benytter prosessvann og den avskilte finfraksjonen vil selv etter fortykning/avvanning ha et betydelig vanninnhold, antatt til 50% basert på erfaringstall oppgitt fra leverandør.

Det betyr at av ca. 17 500 tonn vaskede masser så vil man sitte igjen med ca. 700 tonn finfraksjon (totalvekt) ($17\,500 \text{ tonn TS} \times 2\% \text{ vekt/vekt} / 50\% = 700 \text{ tonn}$).

Innhold av organisk materiale i de aktuelle massene ligger på om lag 1%. Også den organiske fraksjonen vil ha et betydelig vanninnhold ut av vaskeanlegget, og denne er tilsvarende antatt til 50% basert på erfaringstall oppgitt fra leverandør. Her vil det også kunne være mulig med ulike avvanningsløsninger for å redusere vanninnhold i den organiske fraksjonen før videre håndtering.

Dette innebærer at av ca. 17 500 tonn vaskede masser så vil man sitte igjen med ca. 350 tonn organisk restprodukt (totalvekt) ($17\,500 \text{ tonn TS} \times 1\% \text{ vekt/vekt} / 50\% = 350 \text{ tonn}$).

Begge restprodukter vil ha forventet svært høye konsentrasjoner av PFAS (også dokumentert i labforsøk), noe som krever ekstern deponering på godkjent mottak. For å hindre utvasking av PFAS fra restproduktene må det legges opp til lagring og transport av disse i lukkede containere direkte til godkjent mottak. Dette vil stilles som et konkret krav til leverandør av jordvaskeanlegget.

Prosessvann brukt i jordvaskeanlegget er omtalt i kap. 4.9.2.

4.9 Vannhåndtering og rensing av anleggsvann

4.9.1 Krav til vannhåndtering

Det ble i tilleggsvurderinger til tiltaksplan som oversendt Miljødirektoratet i juni 2023 [3], foreslått følgende grenseverdier for utslipp av vann til resipient Regebekken:

- 300 ng/l for Σ PFAS⁷
- 50 mg/l for suspendert stoff (SS)

Miljødirektoratet har i varsel om pålegg [4], signalisert at de kommer til å pålegge Avinor å overholde disse grenseverdiene under gjennomføring av tiltaket. Disse vil da gjelde for alt oppsamlet vann fra gravegrøp og mellomager, samt prosessvann fra jordvaskeanlegget. En nærmere beskrivelse av hvordan overholdelse av grenseverdier vil dokumenteres er gitt i kontroll- og overvåkningsprogram for tiltaket i Vedlegg B.

Det er forventet at disse grenseverdiene vil kunne overholdes med aktuelle renseløsninger som tilbys i markedet i dag. Massene på lokaliteten inneholder relativt lite finstoff i form av silt og leire, og det forventes derfor at partiklene vil være i en form som lett lar seg avskille/sedimentere i et vannrenseanlegg. Erfaringer fra gjennomføring av tiltak på andre PFAS-forurensede lokaliteter, tilsier også at man vil kunne oppnå svært lave konsentrasjoner av Σ PFAS i utløpsvann, forutsatt at vannrenseanlegget er tilstrekkelig dimensjonert for tilført vannmengde.

⁷ Det ble foreslått grenseverdi for Σ PFAS målt som sum av 33 enkeltforbindelser, mens Miljødirektoratet i varsel om pålegg har angitt at grenseverdien skal gjelde for sum av 23 enkeltforbindelser (jf. Vedlegg 2 til varsel om pålegg). Standard analysepakke hos utførende laboratorium omfatter nå 35 enkeltforbindelser.

Det er ikke forventet en betydelig negativ påvirkning på resipient ved utslipp av vann som overholder de foreslåtte grenseverdiene, da disse representerer konsentrasjoner som er på nivå med de konsentrasjoner man påviser i Regebekken i dag. For utslipp av oppsamlet vann fra gravegrop (nedbør og grunnvann) vil overholdelse av foreslått grenseverdi for Σ PFAS representere en forbedring sammenliknet med dagens situasjon, da utstrømmende grunnvann fra brannøvingsfeltet til Regebekken i dag har langt høyere konsentrasjoner. Foreslått grenseverdi for suspendert stoff (SS) på 50 mg/l er noe høyere enn de konsentrasjoner man vil forvente i Regebekken under normale forhold. Det er allikevel forventet at partikkelkonsentrasjoner raskt vil fortynnes etter innblanding i resipient (kontinuerlig rennende vann med høy vannføring), hvor også partiklene som følger utslippsvannet vil være finpartikler som i liten grad sedimenterer i bekken. Det forventes derfor ikke en betydelig tilslammings-effekt i selve Regebekken eller ved utløpet til Solavika.

4.9.2 Prosessvann jordvaskeanlegg

Prosessvann som skal benyttes i jordvaskeanlegget vil være i form av tilført vann. Avhengig av konsentrasjonsnivåer og type prosessløsning, vil dette vannet til en viss grad kunne gjenbrukes i vaskeprosessen før det må erstattes med nytt tilført vann. Alt prosessvann fra jordvaskeanlegg vil renses i et eget vannrenseanlegg tilknyttet vaskeanlegget, før utslipp til resipient.

Vannmengder til utslipp av prosessvann fra mobilt jordvaskeanlegg vil variere avhengig av leverandør og type prosessløsning som blir valgt. Dette vil også avhenge av hvor mange ganger vannet kan gjenbrukes i vaskeprosessen, før det må gå til utslipp. Etter endt jordvasking vil dette vannet måtte slippes ut før nedrigging av anlegget. Basert på opplysninger mottatt fra leverandører om forventede vannmengder som benyttes i vaskeprosessen, kan det i alle tilfeller forventes at dette utslippet vil utgjøre en langt mindre mengde, både i form av total vannmengde og mengde PFAS (g), sammenliknet med forventet utslippsmengde fra oppsamlet vann fra gravegrop.

4.9.3 Delområder og vannhåndtering

Beskrivelsen i dette og påfølgende delkapitler gjelder vannrenseanlegget som etableres for å håndtere oppsamlet vann fra gravegrop og avrenningsvann fra etablerte flater for jordvaskeanlegg og mellomlager. Det legges til grunn av vannrenseløsning tilknyttet jordvaskeanlegget leveres separat, og dimensjoneres avhengig av faktisk kapasitet på jordvaskeanlegget og aktuell prosessløsning.

Vannrenseanlegget vil måtte håndtere vann fra tre delområder:

1. Sugespissanlegg (grunnvannssenkning), inkl. nedbør i graveområdet
2. Areal for jordvaskeanlegg (asfaltert)
3. Lagringsceller for vaskede masser (asfaltert)

Sugespissanlegg

Sugespissanlegget og seksjoner for utgraving er beskrevet i kap. 4.5.

Vannmengder fra sugespissanlegget er estimert til inntil ca. 11 l/s for en åpen gravegrop, hvorav 1 l/s er nedbør direkte i gravegrop (for en 2 års nedbørshendelse, utjevnet i gravegrop eller utjevningsbasseng).

Areal for jordvaskeanlegg

Det er estimert at asfaltert areal nødvendig for jordvaskeanlegget er i størrelsesorden 2300 m².

Oppsamlet vann fra dette arealet vil være i form av overvann fra det asfalterte arealet, og ikke prosessvann som brukes internt i vaskeanlegget som vil ha et eget renseanlegg og eget utslipp. Det vil være behov for rensing av avrenningen fra dette området da jordvaskeanlegget står åpent (ikke innbygd) og det vil være rester fra massehåndteringen som ledes bort med avrenningsvannet.

Mellomlagringsceller for vaskede masser

Etter vasking av masser må disse transporteres til mellomlagringsceller i påvente av tilbakefylling i gravegrav. Dette arealet vil være asfaltert.

Det er estimert at areal nødvendig for mellomlagringen er 1800 m².

Massene på mellomlageret skal være masser med lave konsentrasjoner av PFAS, og hvor avrenningsvannet også forventes å ha lave PFAS-konsentrasjoner. Samtidig så er ikke massene på mellomlageret dokumentert å overholde gitte akseptkriterier før resultat fra analyser foreligger. Avrenningsvannet fra mellomlageret overføres derfor også til vannrenseanlegget.

Øvrige arealer hvor avrenning ikke ledes til vannrenseanlegget

Øvrige arealer forventes ikke å ha forurensset avrenningsvann, og avrenningen herfra ledes derfor ikke til vannrenseanlegget. Dette inkluderer areal for selve vannrenseanlegget. Her er det forutsatt lukkede prosesser og at det ikke er biltransport som går innom forurensede områder.

Oppsummerte arealer som ledes til vannrenseanlegg er gitt i Tabell 4-3.

Tabell 4-3: Arealer til vannrenseanlegg.

Overflatetype	Areal m2	Avrennings- koeffisient	Areal redusert m2
Asfaltert areal vaskeanlegg	2 300	0,9	2 070
Lagringsceller, asfaltert	1 800	0,9	1 620
Graveområde	1 400	0,5	700
Annet	0	0,85	0
Totalt	5 500	0,80	4 390

4.9.4 Dimensjonerende vannmengder

Det er utført overvannsberegninger for å estimere fordrøyningsbehov/utjevningvolum. Nedbørdata er hentet fra målestasjon Madla (SN44580, 15 moh). Parametere/inndata som er lagt til grunn, med tilhørende kommentarer til dimensjoneringen, er gitt i Tabell 4-4.

Dimensjonerende vannmengder for vannrenseanlegget, som tillegg til vann fra sugespissanlegget, er beregnet som vist i Tabell 4-5.

Tabell 4-4: Inndata for dimensjonering av fordrøyningsbehov.

Parameter/ Inndata	Kommentar til dimensjoneringen
2-års gjentaksintervall	Gitt tiltakets varighet, vil det være unødig å dimensjonere for ekstremhendelse.
Avrenningskoeffisient 0,9 / 0,5	For avrenning fra asfalterte flater settes avrenningskoeffisienten til 0,9. For graveområdet settes avrenningskoeffisienten til 0,5. Overflatetypen i seg selv tilsier en lavere avrenningskoeffisient, men samtidig er det kontinuerlig utpumping herfra.
Konsentrasjonstid 5 min	Avstander på feltet er korte og det legges derfor til grunn en kort konsentrasjonstid på 5 minutter.
Ingen klimafaktor	Tiltaket gjennomføres nå og i løpet av kort tid, så ingen klimafaktor legges til grunn i beregningene.
Arealer	Det regnes inn det totale arealet for delområdene. Innlekking av vann utenfra vil gi høyere vannmengder enn beregnet.

Det legges til grunn bruk av to fordrøyningskontainere for å redusere behov for momentankapasitet på vannrenseanlegget. To 20-fots containere vil ha et effektivt utjevningvolum på ca. 46 m³. Dette gir et bidrag fra avrenningsflater på dimensjonerende vannmengde for vannrenseanlegget på 5 l/s.

Bidrag fra avrenningsflater over, inkluderer areal tilknyttet graveområdet, og hensyntar en situasjon hvor man må lense graveområdet slik at dette gir en større spissavrenning enn situasjonen hvor nedbøren pumpes ut av sugespissanlegget. Sugespissanlegget har en ekstra kapasitet på 1 l/s for å håndtere nedbør over et døgn som utjevnes i gravegrop, og hvor dette pumpes ut av sugespissanlegget.

I tillegg må vannrenseanlegget håndtere grunnvannsbidraget fra sugespissanlegget, som er på 10 l/s.

Dette gir en samlet dimensjonerende vannmengde til renseanlegget på 15 l/s = 54 m³/h.

Sugespissanlegget kan pumpe en fast maksimal vannmengde inntil 10 l/s til renseanlegget (grunnvann), eller 11 l/s inkl. nedbøravrenning. Den faste vannmengden på 10 l/s vil normalt være stabil, og sugespissanlegget bidrar derfor ikke til noe utjevningsbehov for anlegget.

Videre er det slik at de 5 l/s som er bidraget fra avrenningsflatene vil være ledig kapasitet i perioder hvor det ikke er nedbør. Samtidig vil nedbørstilfeller kraftigere enn de dimensjonerende gi økte vannmengder og kan innebære at vannmengden fra sugespissanlegget må reduseres kortvarig eller stoppes.

Det legges ikke opp til mulighet for overløpsdrift fra vannrenseanlegg til resipient. Dersom tilført vannmengde skulle overstige anleggets kapasitet, enten som følge av kraftig nedbør eller feil på anlegget, så vil overløp fra utjevningsbasseng ledes tilbake til graveområdet.

Det er utført infiltrasjonstest med dobbelringinfiltrrometer⁸ i to punkter innenfor det aktuelle tiltaksområdet. Den tilførte massen ble gravd bort og testene ble utført i den stedege finsanden, under det øvre organiske sjiktet. Infiltrasjonstestene ga en hydraulisk ledningsevne på $6,7 \times 10^{-5}$ m/s i begge punktene. Det ble også forsøkt å utføre en infiltrasjonstest i det antatt tidligere overflatesjiktet, hvor det er et noe høyere organisk innhold. Der ble det målt i 15 minutter uten synlig infiltrering av vann, noe som tyder på en svært lav infiltrasjonskapasitet i det tidligere overflatesjiktet.

Tabell 4-5: Dimensjonering av vannrenseanlegg, bidrag fra avrenningsflater.

Beregning av fordryningsbehov - enkel regnenvelop med konstant utløp					
Grunnlag for beregninger:					
Totalt avrenningsareal	0,55 ha				
Avrenningskoeffisient	0,80				
Redusert areal	0,4390 ha				
Dimensjonerende gjentakintervall	2 år				
Klimafaktor	1,0				
Maksimalt videreført vannmengde	5,0 l/s				
Midlere videreført vannmengde	100 %				
Nedbørd data hentet fra	Klimaservicesenteret.no				
Stasjon	Stavanger - Madla (SN44580), 15 moh				
Varighet	Intensitet	Intensitet med klimafaktor	Volum inn	Volum ut	Fordryningsbehov
min	l/s*ha	l/s*ha	m ³	m ³	m ³
1	249,4	249,4	6,6	0,3	6,3
2	213	213,0	11,2	0,6	10,6
3	192,6	192,6	15,2	0,9	14,3
5	159,4	159,4	21,0	1,5	19,5
10	107,1	107,1	28,2	3,0	25,2
15	81,7	81,7	32,3	4,5	27,8
20	68,8	68,8	36,2	6,0	30,2
30	54,6	54,6	43,1	9,0	34,1
45	43,9	43,9	52,0	13,5	38,5
60	37	37,0	58,5	18,0	40,5
90	28	28,0	66,4	27,0	39,4
120	24,5	24,5	77,4	36,0	41,4
180	20,7	20,7	98,1	54,0	44,1
360	14,6	14,6	138,4	108,0	30,4
720	10	10,0	189,6	189,6	0,0
1440	6,3	6,3	239,0	239,0	0,0
Nødvendig fordryningsvolum ved 2 års gjentakintervall					44,1 m³

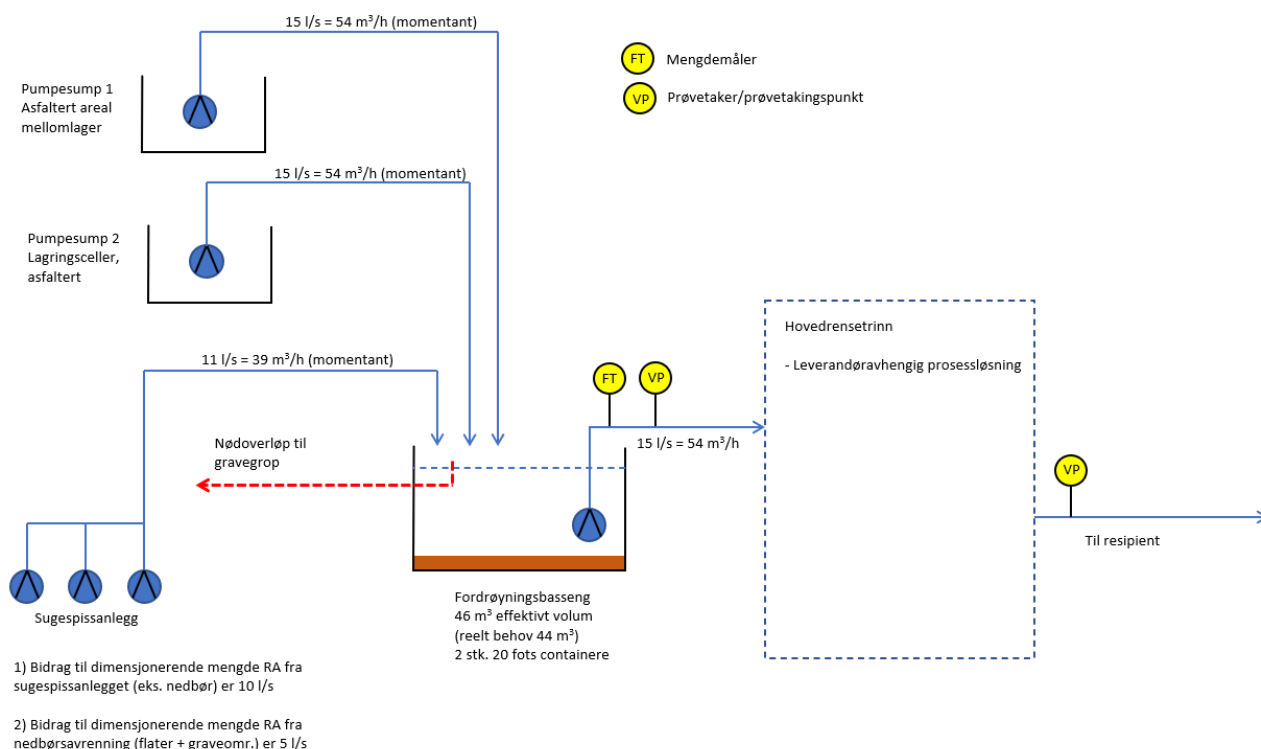
⁸ Dobbeltinfiltrrometer består av en ytre og en indre ring, som presses ned i bakken. Begge ringene fylles med vann, og infiltrasjonshastigheten måles i den indre ringen. Vannet i den indre ringen vil ha en 1-dimensjonal-strømning, da vannet fra den ytre ringen kompenserer for lateral strømning.

4.9.5 Prosessløsning vannrenseanlegg

For betingelser knyttet til rensekraft for anlegget, se kap. 4.9.1.

Den grunnleggende utformingen av vannrenseanlegget vil bestå av følgende hovedkomponenter:

1. Innløpspumpesump 1 og 2, innløp fra sugespissanlegg.
2. Utjevningsbasseng, 46 m³ effektivt volum (reelt behov 44 m³).
3. Hovedprosessløsning. Eksakt løsning her vil være leverandørvhengig.
4. Utløpsarrangement, selvfall til resipient.



Figur 4-7: Prinsippskisse vanntransport og prosessløsning for vannrenseanlegg.

Som følge av prosjektets korte varighet, behov for provisoriske/enklere løsninger på enkelte områder og ikke minst tett oppfølging og beredskap for drift av anlegget, vil vannrenseanlegget kjøpes inn basert på en funksjonsspesifikasjon. Dette innebærer at det ikke stilles konkrete krav til valg av teknologi, men at tilbudt prosessløsning og teknologiens egnethet vurderes ut ifra kvalitetskriterier inkl. referanser som del av innkjøpet.

Sugespissanleggets formål er å holde grunnvannet lavt under gravearbeidene, noe som innebærer at det kontinuerlig pumpes til vannrenseanlegget så lenge det pågår en utgravning. I flere tidligere prosjekter av denne typen har tilførsel til vannrenseanlegget vært nedbørvhengig noe som innebærer en relativt lav behandlet vannmengde og kort total driftstid med stopp av anlegget mellom nedbørhendelser.

For dette prosjektet vil anlegget være i drift over lengre perioder, noe som gjør driften av anlegget enklere (færre start og stopp). Samtidig vil en betydelig økning i total vannmengde innebære økte driftskostnader og potensielt større behov for oppfølging av anlegget.

Dersom det antas en midlere vannmengde 10 l/s og en effektiv driftstid på 12 uker (med kontinuerlig drift), så vil dette innebære en total behandlet vannmengde gjennom tiltaksperioden på ca. 72 500 m³. Til sammenlikning så ble det under gjennomføring av tiltak ved brannøvingsfeltene på Bergen lufthavn, behandlet 236 m³ vann for sist nedlagte brannøvingsfelt (BØF1) og 218 m³ vann for gammelt brannøvingsfelt (BØF2).

4.9.6 **Utslipp til resipient**

Vannhåndtering under gjennomføring av tiltaket vil omfatte:

1. Oppsamlet vann fra gravegrop og tette flater
2. Prosessvann fra jordvaskeanlegg

Prosessvann fra jordvaskeanlegg vil renses i et eget vannrenseanlegg tilknyttet jordvaskeanlegget, mens oppsamlet vann fra gravegrop og tette flater renses i et eget vannrenseanlegg.

Behandlet vann fra begge vannrenseanleggene ledes til utslipp i Regebekken like nedstrøms brannøvingsfeltet. Foreslått plassering av utslippspunkt er vist i Figur 4-2. Det etableres utslippsledninger på terreng som ledes direkte til bekken. Anleggene plasseres oppe på terreng (altså ikke nedgravd) og det forventes derfor å være tilstrekkelig høyde for gravitasjon til bekken.

Begge utslipp vil prøvetas og dokumenteres iht. kontroll- og overvåkningsprogram som gitt i Vedlegg B. Det betyr at det må legges opp til at det tas separate prøver fra hvert av utslippene. Prøvetakingspunkt vil være avhengig av prosessløsninger/arrangement og etableres av leverandør.

4.10 **Øvrige miljøforhold i anleggsgjennomføringen**

Tiltaksområdet ligger innenfor rød sone i støysonekart for Stavanger lufthavn (Figur 4-8). Det forventes derfor ikke at støy fra anleggsarbeidene vil ha negativ påvirkning på omgivelsene, utover det som er relatert til regulær lufthavndrift i dag.

Det er også opplyst fra leverandør av mobilt jordvaskeanlegg at et vaskeanlegg normalt ikke vil medvirke til særskilt støy utover det som må forventes fra anleggsarbeider hvor det benyttes større maskiner til graving, håndtering og transport av masser. Det forventes derfor ikke at et tiltak med vasking av masser vil medføre særskilt støvproblematikk utover det som også må forventes for et tiltak med oppgraving og ekstern deponering av masser.

Tiltaket vil omfatte utgraving og håndtering av i all hovedsak sandige masser. En viss andel av disse må også forventes å være fuktige, da de graves ut under grunnvannsnivå. Alle fraksjoner som separeres ut gjennom vaskeprosessen vil også være fuktige, grunnet tilførsel av vann i vaskeprosessen. Det forventes derfor i liten grad særskilt støvproblematikk knyttet til håndtering av masser under tiltaket.

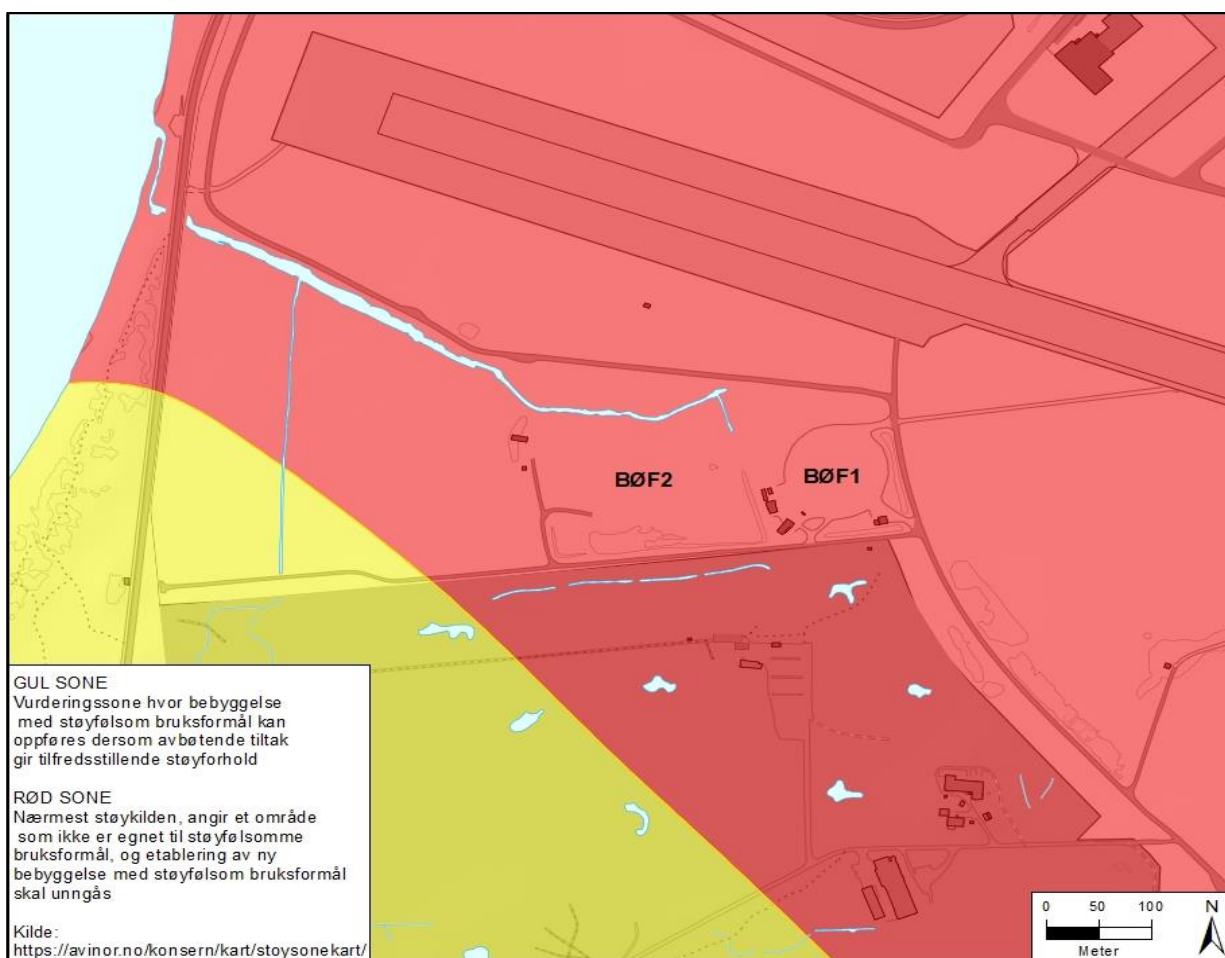
Dersom tiltaket gjennomføres i en spesielt tørr periode med lite nedbør, vil det imidlertid kunne oppstå noe støving fra mellomlagrede masser. Dersom dette skulle bli tilfelle, vil det vurderes aktuelle avbøtende tiltak, eks. vanning av massene.

Senkning av grunnvannsnivå under havnivå i kystnære områder er forbundet med risiko for at saltvannsinntrengning. Det er derfor stilt krav til maksimal tillatt senkning av grunnvannsnivå under tiltaket (se kap. 4.5.1), og det er ikke forventet at tiltaket vil medføre saltvannsinntrengning forutsatt at krav

overholdes. Det vil også gjennomføres kontinuerlig overvåkning av utpumpet vann fra sugespissanlegg, som nærmere omtalt i kontroll- og overvåkningsprogram for tiltaket i Vedlegg B.

Det aktuelle tiltaksområdet ligger tilgrensende til et naturvernområde i vest (plantevernområde, våtmark). Gjennomføringen av tiltaket vil ikke komme i berøring med dette området. Det skal ikke forekomme noen form for anleggsaktivitet utenfor de avsatte arealer for anleggsgjennomføring, og det vil ikke forekomme transport langs internveien sør for verneområdet.

Hensynet til ulike miljøforhold i anleggsgjennomføringen er nærmere omtalt i miljørisikovurdering for tiltaket i Vedlegg A.



Figur 4-8: Utsnitt av flystøysonekart 2019-2030 for Stavanger lufthavn [11]. Planlagt tiltaksområde ligger i sin helhet innenfor rød sone.

4.11 Fremdriftsplan

Fremdriften for tiltaket er basert på frister gitt i Miljødirektoratet sitt varsel om pålegg, med ferdigstillelse av tiltak innen 30.11.2024. Sluttrapport skal oversendes Miljødirektoratet innen 6 måneder etter at tiltaket er avsluttet [4].

Milepeler for prosjektet:

- | | |
|--------------------------------------|---------------|
| • Utlysning konkurranse | Januar 2024 |
| • Kontraktsinngåelse | April 2024 |
| • Anleggsstart | Mai 2024 |
| • Overlevering | November 2024 |
| • Sluttrapport til Miljødirektoratet | Mai 2025 |

4.12 Risiko og usikkerheter

Det ble i tiltaksplanen pekt på usikkerheter knyttet til antall leverandører i markedet som kan tilby en løsning med jordvasking av PFAS-forurensede masser, og i hvilken grad disse vil være villige til å garantere for en effekt i form av restkonsentrasjon i massene etter vasking. Denne usikkerheten er nå til en viss grad redusert, da man gjennom dialogmøter⁹ har fått kjennskap til noen flere leverandører på det europeiske markedet som har erfaring med gjennomføring av jordvasking for PFAS-forurensede masser, og som kan tilby aktuelle løsninger per i dag. Disse leverandørene har også signalisert at de sannsynligvis vil kunne garantere for en effekt i form av restkonsentrasjon i massene <30 µg/kg, basert på resultater fra de labforsøk som tidligere er utført. Leverandører som ønsker det vil også få mulighet til å gjennomføre egne labforsøk med masser fra lokaliteten som del av den kommende anskaffelsesprosessen. Sistnevnte vil være viktig dersom man skal imøtekomme krav i varsel om pålegg fra Miljødirektoratet [4], der det er stilt krav om at Avinor skal levere en detaljert tiltaksplan som også inneholder en «... plan for optimalisering av jordvask til konsentrasjoner lavere enn 30 µg ΣPFAS/kg, og hvilke tiltak Avinor kan sette i verk for å oppnå dette» (jfr. krav 5.2 i varsel om pålegg).

Tiltakene som så langt er gjennomført for opprydning i PFAS-forurensning ved brannøvingsfelt ved andre av Avinors lufthavner, eksempelvis Harstad/Narvik, Rørvik og Bergen lufthavn, har utelukkende vært i form av tiltak med oppgraving og ekstern deponering av masser. Dette er en tiltaksmetode som er mye benyttet ved opprydning i forurensset grunn, og som har relativt liten usikkerhet med tanke på effekt av tiltaket i form av gjenliggende forurensning på lokaliteten. Oppgraving med ekstern deponering vil imidlertid være lite fordelaktig i det lange løp, da dette innebærer flytting av store massevolumer til deponi, som igjen må erstattes av andre egnede masser.

Vasking av masser som et alternativ til ekstern deponering, er en tiltaksmetode som er mye utprøvd og godt dokumentert for andre typer forurensning, men i mindre grad utprøvd for PFAS-forurensede masser. Metoden er i utgangspunktet vurdert som lite egnet der hvor massene består av en høy andel finstoff (silt og leire) og organisk materiale (torv), noe som har vært tilfelle for flere av lokalitetene der det så langt er gjennomført opprydningstiltak.

Massene ved gammelt brannøvingsfelt (BØF2) ved Stavanger lufthavn er på sin side vurdert som svært godt egnet for jordvasking som tiltaksmetode. Massene består av en relativt homogen finsand, med svært lavt innhold av finere fraksjoner (silt og leire) og organisk materiale. Dette gjør at en stor andel av det totale volumet utgravde masser vil kunne vaskes, hvor en relativt liten andel vil separeres ut for levering på deponi.

⁹ Dialogmøter med aktuelle leverandører gjennomført i regi av Avinor vår/sommer 2023, der representanter fra Norconsult også har deltatt.

Denne lokaliteten vurderes da som svært godt egnet for å prøve ut jordvasking som tiltaksmetode, hvor Avinor vil ha mulighet til å innhente erfaringer som vil kunne ha nytteverdi i senere prosjekter.

For den praktiske gjennomføringen av tiltaket, så er det for denne lokaliteten en særskilt problemstilling rundt behov for senkning av grunnvann og håndtering av store vannmengder under gravearbeidene. Dette innebærer en stor tilleggskostnad for vannhåndtering, sammenliknet med det man har hatt på andre lokaliteter, og også en større usikkerhet knyttet til praktiske løsninger og hvor store vannmengder som må håndteres til enhver tid. Dette kan potensielt medføre behov for stans i arbeidene, dersom det kommer mer vann enn anleggene er dimensjonert for. Denne problemstillingen vil imidlertid være den samme for et tiltak med oppgraving og vasking av masser, som for et tiltak med oppgraving og ekstern deponering. Flere andre forhold knyttet til praktisk gjennomføring, vil også være relativt like mellom de to alternative tiltakene.

Det som i praksis skiller de to alternative tiltakene fra hverandre, er at det for et tiltak med vasking av masser vil måtte etableres et jordvaskeanlegg på lokaliteten, hvor man vil ha løpende håndtering og vasking av oppgravde masser. Man vil her under gjennomføring være avhengig av at alle delaktiviteter, herunder eksempelvis senkning av grunnvann, utgraving, vasking og mellomagring før tilbakelegging, er godt koordinert og samkjørt for å få til en mest mulig optimal og effektiv drift. Det vil her også være nødvendig med prøvetaking av vaskede masser for å dokumentere at disse overholder krav om $<30 \mu\text{g} \sum\text{PFAS}/\text{kg}$ før tilbakelegging på lokaliteten. Det er for dette alternativet lagt til grunn at det vil være kapasitet på jordvaskeanlegget som er styrende for fremdrift. For et tiltak med oppgraving og ekstern deponering, vil det ikke være jordvasking, men mellomagring og uttransport av oppgravde masser til deponi. Også her vil man være avhengig av at alle delaktiviteter er godt samkjørt og koordinert, slik at man slipper unødvendige stans i arbeidene.

Den største risikoen knyttet til valg av jordvasking som tiltaksmetode, vil nok være dersom man skulle få en leverandør som ikke kan levere i henhold til krav, hvor vaskede masser ikke overholder krav til konsentrasjon av $\sum\text{PFAS} <30 \mu\text{g}/\text{kg}$ for masser som kan tilbakelegges på lokaliteten. Dette vil i verste fall kunne innebære at vaskede masser ikke kan tilbakelegges, men i stedet må leveres på deponi. Basert på de resultater som foreligger fra utførte labtester, så vurderes imidlertid sannsynligheten for dette som liten.

5 Referanser

- [1] Miljødirektoratet, «Pålegg om å utarbeide tiltaksplaner for opprydding i PFAS-forurensset grunn ved Stavanger, Alta, Haugesund, Kristiansund og Kirkenes lufthavn,» Pålegg datert 16.09.2022, 2022.
- [2] Norconsult, «Tiltaksplan for PFAS-forurensset grunn som følge av brannøving. Stavanger lufthavn Sola. Aktivt (BØF1) og gammelt (BØF2) brannøvingsfelt.,» Norconsult rapport 5205614-RIM05-ENZV-E03, 2023.
- [3] Norconsult, «Tilleggsvurderinger til tiltaksplan. Stavanger lufthavn, Sola. Gammelt brannøvingsfelt (BØF2).,» Norconsult rapport 5205614-RIM07-ENZV, rev E02, 2023.
- [4] Miljødirektoratet, «Varsel om at vi vil pålegge Avior å detaljutrede og gjennomføre tiltak for å rydde opp i PFAS-forurensset grunn ved Stavanger lufthavn, Sola kommune,» Ref. 2023/2470, 2023.
- [5] Norconsult, «Oppdatert spredningsberegning brannøvingsfelt, Stavanger lufthavn,» Norconsult notat 5205614-RIM06-ENZV, rev. E03, 2023.
- [6] NVE, «Vann-nett portal,» August 2023. [Internett]. Available: <http://www.vann-nett.no/portal/>.
- [7] Multiconsult, «Stavanger lufthavn, Sola - Parkeringsareal. Miljøtekniske grunnundersøkelser og miljøkartlegging,» Multiconsult rapport 217085-RIGm-RAP-001_rev00, 2014.
- [8] DEME Environmental, «Report. Lab-scale soil washing feasibility trials. PFAS contaminated soils, Stavanger Airport.,» 2022.
- [9] CIRIA, «Groundwater control: design and practice, second edition. C750.,» 2016.
- [10] Statens Vegvesen, «Grunnforsterkning, fylling og skråninger. Håndbok V221.,» 2014.
- [11] Avinor AS, «Støysonekart Avinor,» [Internett]. Available: <https://avinor.no/konsern/kart/stoysonekart/>. [Funnet 06 2023].

6 Vedlegg

Vedlegg A	Miljøriskovurdering og plan for avbøtende tiltak (se eget dokument)
Vedlegg B	Kontroll- og overvåkningsprogram (se eget dokument)
Vedlegg C	Analyserapporter kornfordeling
Vedlegg D	Analyserapporter supplerende prøvetaking høsten 2023
Vedlegg E	Analyserapporter andre forurensningsparametere