

Oppdragsgiver: **Sunnfjord kommune**
Oppdragsnr.: **52205839** Dokumentnr.: **RIM-01**

Til: Jan-Inge Hage
Fra: Edana Fedje
Dato: 2022-07-25

► Ekstern vurdering av notatet "Beregninger av PFOS mengder"

Norconsult har blitt engasjert av Sunnfjord kommune for å foreta en gjennomgang og uavhengig fagkontroll av notatet «Beregninger av PFOS mengder» utarbeidet av Sweco og datert 24.06.2022. Notatet ble utarbeidet av Sweco på oppdrag for Sunnfjord kommune.

Hensikten med notatet var å beregne «hvilken konsentrasjon av PFOS, som kunne spredd seg til jorden på eiendom gnr./bnr. 61/152 etter bruk av 4 L brannskum».

Vurderingene gjort i notatet er utløst fordi det er observert PFOS i jord på eiendom gnr./bnr. 61/152 og kilden til denne forurensingen vil kunne ha betydning for håndtering av kostnadene ved videre utredning og ev. opprydding av denne forurensingen.

Bakgrunn

Norconsult utførte innledende miljøtekniske grunnundersøkelser på eiendom gnr./bnr. 61/152 sommeren 2018. Etter å ha mottatt opplysninger om at det hadde vært brann på tomten ble analysepakken¹ utvidet for enkelte prøver med perfluorerte forbindelser (PFAS) inklusiv PFOS i tråd med Miljødirektoratets veileder TA2553 og faktaark M813². PFOS og andre PFAS-forbindelser ble, i tillegg til olje og PAH påvist i konsentrasjoner over tilstandsklasse 1. Nedgravd avfall ble også observert stedvis. En miljøteknisk rapport oppsummerer observasjoner og funn av ulike forurensninger på tomten og inneholder en hypotese om hvordan forurensningene kan ha oppstått.

Innledende prøvetaking ble utført i 11 sjakter og 2 åpne grøfter, 36 prøver ble tatt ut i ulike dybder mellom overflaten og ned til maks 4,5 m under terreng. PFAS-analyser ble gjort på 10 prøver fra 5 sjakter fordelt på de mest sentrale deler av tomten.

En tiltaksplan for opprydding og håndtering av forurensede masser bygger normalt på et «akseptkriterie» som bestemmer nivået av tillatt forurensing på området og dermed omfang av nødvendig opprydding. Med «tillatt forurensing» menes et forurensingsnivå som ikke utgjør noen risiko for helse eller miljø under de stedlige forutsetningene og bruksforhold på tomten. For mange stoffer er akseptkriterier gitt gjennom tilstandsklasser og veileder TA2553, men for PFOS må akseptkriterie beregnes særskilt, da det kun foreligger normverdi (tilstandsklasse 1).

Høsten 2018 utarbeidet Norconsult et notat med forslag til videre kartlegging og håndtering av forholdene på tomten med formål om å kvantifisere og risikovurdere spredningspotensialet for PFOS slik at et akseptkriterie og en tiltaksplan kunne utarbeides. Betydningen PFOS-forurensningen vil ha for de totale oppryddingskostnadene på tomten ble også skissert. I forbindelse med dette arbeidet ble et grovt masseanslag lagt til grunn for sammenligningsgrunnlaget mellom to forhold; alminnelig opprydding på tomt og opprydding av PFOS-forurensing.

¹ Basispakken inneholder: PAH, PCB, THC/alifater og BTEX samt metaller: arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink

² Oversikt over mulige forurensninger som kan ligge i grunnen etter ulike typer bransjevirkosomhet (Miljødirektoratet)

Oppdragsgiver: **Sunnfjord kommune**

Oppdragsnr.: **52205839** Dokumentnr.: **RIM-01**

I et tredje dokument, utarbeidet høst 2019 har Norconsult gjort rede for hypotesen om brannslukking som kilde til PFOSforurensningen observert på eiendom gnr./bnr. 61/152. Dokumentet belyser daværende kunnskap om PFOS og dens forekomst i produkter som forbindes med brannslukking og vanlig drift på bensinstasjoner/verksted.

Dette arbeidet har vært utført på vegne av Frode Lundekvam i Byggteam AS som også var daværende oppdragsgiver (motparten i saken). Norconsult er fortsatt rådgiver til Byggteams AS i denne saken.

Notatet utarbeidet av Sweco for Sunnfjord kommune tar utgangspunkt i resultatene etter den innledende kartlegging og informasjonene presentert i de 3 dokumentene utarbeidet av Norconsult i perioden 2018-2019.

Norconsult gir kommentarer til notatet fra Sweco i det følgende.

Mindre rettelser

Det er funnet følgende mindre uoverenstemmelser i teksten som ikke har betydning for konklusjonen, men som med fordel kan rettes for å gi bedre leseropplevelse:

- I Norconsults rapport RIM-02 refereres det til et volum på 1200 m³, ikke 1200 m² som det står innledningsvis i Sweco sitt notat – antagelig en trykk feil som kan med fordel rettes. Antatt PFOS-forurenset areal er vist i ulike kartfigurer i Norconsults rapporter. Arealet har aldri blitt kvantifisert siden dette er svært usikker, men arealet til området som forbindes med konsentrasjoner av PFOS over normverdi som vist i kart (gjengitt her i Figur 1) er ca. 550 m².
- Sweco har benyttet 3 omregningsfaktorer fra 1,7-2,4 tonn/m³. Innledningsvis skrives det at det har brukt omregningsfaktor på 1,9 – 2,4 tonn/m³ – kan med fordel rettes.

Premisser

Notatet til Sweco inneholder en kort redegjørelse om beregningsgrunnlaget, 3 tabeller med ulike input data og en tabell som viser beregnede antall liter brannskum som de mener vil være nødvendig for å forårsake forurensningsnivå og omfang som er antatt på gnr./bnr. 61/152.

Følgende premisser danner rammene for beregninger og oppgaveforståelse. Disse premissene er avgjørende for hvordan dokumentet kan forstås og brukes.

- Oppdraget til Sweco er presentert innledningsvis og begrenses til at kun 4 l brannskum er benyttet. Konklusjonen forutsetter dermed at det kun er brukt 4 l brannskum under slokkingsarbeid.
- I andre avsnitt i kap. 1.1 i notatet til Sweco står det at «...sikkerhetsdatabladet for de fire literne med skumkonsentrat benyttet av røykdykkerne i brannen...». Det forutsettes derfor at det er 4 liter med *konsentrat* som skal legges til grunn i beregningene.
 - OBS. Konklusjonen forutsetter at de 4 l brannskum som omtales er ferdig utblandet i et forhold på 3:97 (ikke konsentrat). Dette er et avvik fra premisser satt i kap. 1.1
- Datablad for det brannskummet som faktisk ble brukt i brannen er ikke fremskaffet. Det antas bruk av et skum med lavt PFOS-innhold, men PFOS-bidraget fra to andre potensielle skumtyper er også inkludert i beregningene

Disse premissene danner rammene for et scenario som er blitt vurdert for hendelseforløpet.

Innsatsfaktorer - Kjemisk regnskap

Tabell 3 i notatet til Sweco viser omregningen av ulike PFOS-konsentrasjoner i jord (mg/kg) til mengder (sum mg). Hensikten er å deretter sammenligne mengder PFOS i jord med beregnede mengder PFOS (sum mg) i 4 l brannskumkonsentrat.

Basert på:

- 3 ulike PFOS-konsentrasjoner i jord (lavest, gjennomsnitt og høyest observerte konsentrasjoner)
- 3 ulike tettheter (1,7, 2 og 2,4 tonn/m³) som brukes til å bestemme vekten av 1 m³ jord
- 1200 m³ PFOS-forurensede jordmasser

Mengde PFOS i jord kommer av å gange konsentrasjon (mg/kg) med jordvekten (kg). Underlag for disse beregningene er vist i Tabell 1. Tallet merket grå ganges med tallet merket oransje og resultatet, sum PFOS i mg fordelt i 1200 m³ vises i det tilhørende grønne feltet i matrisen.

Tabell 1. Tabellen viser underlag for beregning av sum PFOS i 1200 m³ jord.

Konsentrasjon mg/kg				
	Lavest konsentrasjon	Gjennomsnittskonsentrasjon	Høyest konsentrasjon	
Målte PFOS konsentrasjoner (mg/kg)	0,00063	0,40686	2,27	
Omregning av 1200 m ³ med jord til vekt (kg)				
Tonn/m ³	Tetthet 1,7	Tetthet 2,0	Tetthet 2,4	
1200 m ³ omregnet til vekt (kg)	2040000	2400000	2880000	
<i>Eks. 1200 m³*1,7 tonn/m³*1000 kg/tonn= 2 040 000 kg</i>				
PFOS-konsentrasjon i jord ganger jordvekt gir mengde PFOS (mg) i grønt				
Tetthet tonn/m ³	Vekten av 1200 m ³ jord (kg)	Lavest konsentrasjon	Gjennomsnittskonsentrasjon	Høyest konsentrasjon
		0,00063 mg/kg	0,40686 mg/kg	2,27 mg/kg
1,7	2040000	1285	829994	4630800
2	2400000	1512	976464	5448000
2,4	2880000	1814	1171757	6537600
<i>Eks. 2 040 000 kg*0,00063 mg/kg = 1285 mg PFOS</i>				

Resultatene viser svært store usikkerheter, da de viser at det kan være mellom 1 285 mg og 6 537 600 mg PFOS i 1200 m³ masser, avhengig av hvilken jordtetthet og PFOS-konsentrasjon som legges til grunn. Den høyeste mengden PFOS er altså beregnet til å kunne være over 500 000 % større enn den laveste. Tabellen viser også variasjon i beregnede mengder PFOS knyttet til valg av jordtetthet (eks. 1 285 mg vs. 1 814 mg) kontra variasjon i mengder PFOS knyttet til valg av jordkonsentrasjon (eks. 1 285 vs. 4 630 800 mg)³.

Dette illustrerer hvor viktig det er å ha robuste data om konsentrasjoner i grunnen ved slike analyser, og at konklusjonene gjenspeiler de usikre premissene som er tilstede. Jordtetthet er også en viktig faktor, men den usikkerheten er avgrenset i faglitteratur og i dette tilfellet er av mindre betydning enn usikkerheten i PFOS-konsentrasjon som legges til grunn for beregningene. Tabell 2 er hentet fra Sweco sin rapport og mengdene omtalt over er vist med rød omriss.

Tabell 2. Tabellen er hentet fra Sweco sitt notat der den inngår som tabell 4.

Beregnete PFOS mengder i jord (mg) ved forskjellige jordtettheter og konsentrasjoner:		Antall liter skumkonsentrat som trengs for å forårsake forurensningen (liter):		
	Tetthet 1700 kg/m ³	STHAMEX- AFFF 3 %	3M FC-203CF LIGHT WATER(TM) AFFF 3% 0,5 % PFOS	3M FC-203CF LIGHT WATER(TM) AFFF 3% 1,5 % PFOS
Minimum	1287	210,3	2,1	0,7
Gjennomsnitt	829989	135619,1	1383,3	461,1
Maksimum	4630800	756666,7	7718,0	2572,7
	Tetthet 2000 kg/m ³			
Minimum	1514	247,4	2,5	0,8
Gjennomsnitt	976458	159552,0	1627,4	542,5
Maksimum	5448000	890196,1	9080,0	3026,7
	Tetthet 2400 kg/m ³			
Minimum	1817	296,9	3,0	1,0
Gjennomsnitt	1171750	191462,4	1952,9	651,0
Maksimum	6537600	1068235,3	10896,0	3632,0

³ Det er mindre uoverensstemmelser mellom Norconsult sine kontroll beregninger og Sweco sine tall. Eksempelvis 1 285 og 1 814 mg PFOS beregnet av Norconsult vs. 1 287 og 1 817 mg PFOS beregnet av Sweco. Dette kan være grunnet bruk av ulikt antall signifikant sifre under beregning og ansees som uvesentlig for budskap og konklusjon.

Omfang av forurensningen (1200 m³) er også usikker, da dette er basert på foreliggende data som har vist seg å ikke være avgrensende verken horisontalt eller vertikalt. Tabell 3 viser konsekvensen et utvalg av ulike jordvolumer har på beregnede mengder PFOS i mg.

Tabell 3. Effekten volum av PFOS-forurensede masser kan ha på beregning av total PFOS-innhold basert på jordtetthet på 1,7 tonn/m³ og en gjennomsnittskonsentrasjon på 0,4068 mg/kg. Grå linje viser tall som er brukt av Sweco, øvrige rader viser beregnede PFOS-mengder ved bruk av andre massevolumer.

Jordmengder (m ³)	Jordvekt ved tetthet 1,7	Snitt PFOS-kons. (mg/kg)	Beregnete PFOS-mengder (mg)
1600	2720000	0,4068	1106496
1400	2380000		968184
1200	2040000		829872
600	1020000		414936

Tabellen viser at dersom forurensningen i størrelsesorden 0,4068 mg/kg i realiteten er avgrenset til 600 m³ og ikke 1200 m³ vil også mengde PFOS i massebalansen halveres. Tilsvarende, dersom forurensningen i størrelsesorden 0,4068 mg/kg er i realiteten mer omfattende vil også mengde PFOS i massebalanse øke i et lineært forhold.

Massevolum

Sweco har foretatt en kjemisk regnskap mellom mengder PFOS som kan ha vært i 4 l brannskum og konsentrasjonene som er observert i jord omregnet til mengde PFOS i mg. Mengde masser som skal brukes under omregning er derfor en kritisk parameter i regnestykket. Her ble 1200 m³ lagt til grunn.

Tallet er hentet fra Norconsults notat RIM-02 «Vadheimsvegen 35 – Oppsummering av utførte undersøkelser, forurensningssituasjon og anbefalinger for videre arbeid». Det må her presiseres at det er stor usikkerhet knyttet til mengdeanslag på 1200 m³. Tallet utgjør en «best guess» anslaget er omtalt i Norconsult-rapporten på følgende måte:

- «Det må presiseres at dette er omtrentlige anslag basert på grove volumberegninger ...»
- «... En grov skisse av arealmessig utstrekning av områder der de ulike forurensningene er påvist er gitt i figur ...»
- «Mengdeoverslag som er tilgjengelig på nåværende tidspunkt...».

Hensikten med anslaget var å kommunisere økonomisk risiko og «mulige kostnader» for utbyggeren, samt kommunisere betydningen av en slik forurensning til alle partene. I Norconsults notat (RIM-02) er et av de viktigste budskapene nettopp det at ytterligere avgrensning av forurensningen må utføres, både med hensyn til omfang og forurensningsgrad. Usikkerheten i tallet må synliggjøres.

Usikkerhet

Faktorene som legges til grunn for usikkerheten bør reflektere lav prøvetetthet for PFOS-analyser i den innledende kartleggingen. 1200 m³ skal ikke presenteres som en presis mengde PFOS-forurensede masser. PFOS-konsentrasjoner er målt i to dybder i 5 posisjoner fordelt på 3500 m². Usikkerheten knyttet til 1200 m³ er derav høy.

Forsøket på massebalansen er likevel nyttig, *men usikkerheten i alle de kritiske regningsfaktorene må synliggjøres*. Usikkerheten i jordtetthet og mulig gjennomsnittskonsentrasjon av PFOS synes å være godt håndtert ved bruk av et spenn. En tilsvarende tilnærming til mengder masser vil i hvert fall synliggjøre at mengder forurensede masser ikke er avklart.

Usikkerheten forbundet med de tre kritiske parameterne som inngår i kjemisk regnskap er estimert og vist i Tabell 4.

Tabell 4. Usikkerheter i beregningsgrunnlag for kjemisk regnskap.

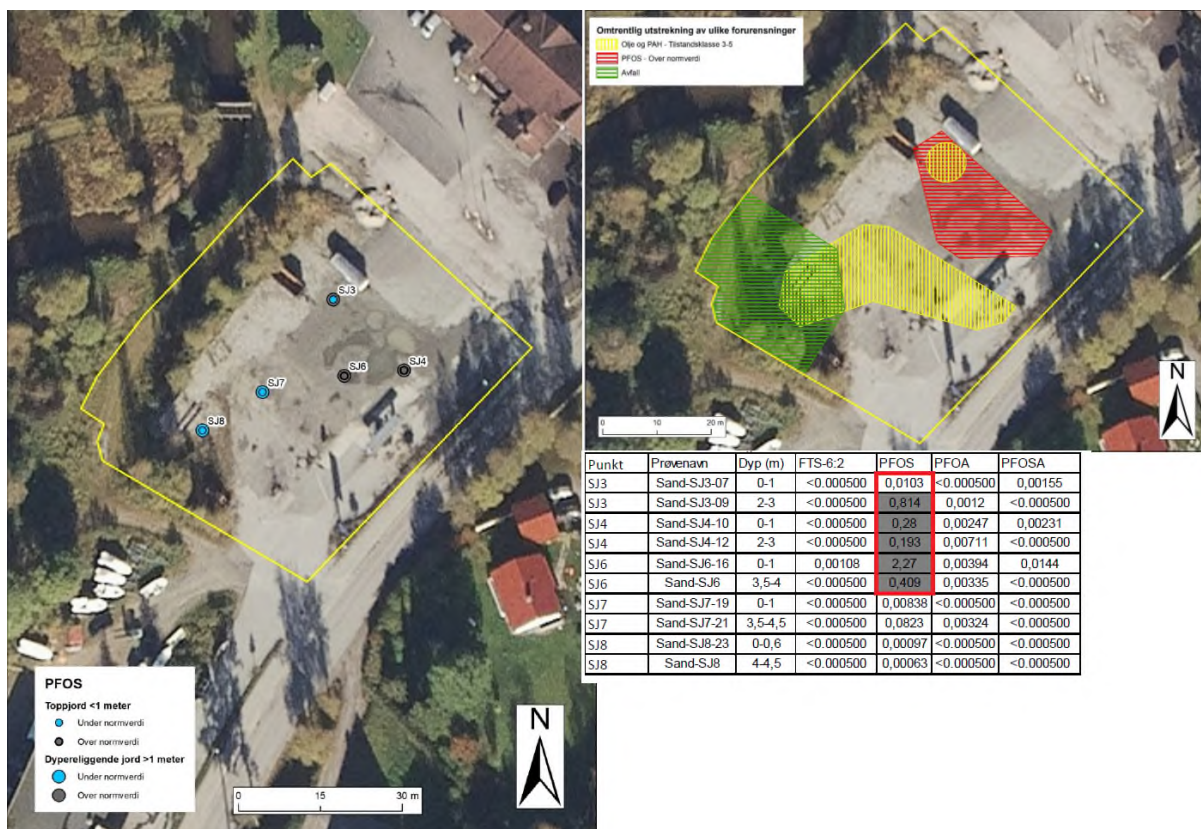
Parameter	Benyttet verdi/gjennomsnitt	Usikkerhet	Usikkerhet som %
Gjennomsnittskonsentrasjon i de forurensede massene (mg/kg)	0,4068	±1,135	±279
Volum forurensede masser (m ³)	1200	±600	±50
* Jordtetthet tonn/m ³	2,05	±0,35	±17
* For jordtetthet er 2,0 tonn/m ³ nærmest snittet som er 2,05 tonn/m ³			

Mengde PFOS mg/kg som beregnes på bakgrunn av gjennomsnittsverdiene i Tabell 4 innebærer stor usikkerhet.

Gjennomsnittskonsentrasjon

Gjennomsnittskonsentrasjon for PFOS, som er lagt til grunn i Sweco sitt notat, inkluderer PFOS-konsentrasjoner målt *utenfor* det området som er definert som PFOS-forurensset, vist som rødt i Figur 1. Det er dette røde området som er anslått til 550 m²/1200 m³. Inne på arealet hvor PFOS-forurensning er observert var den laveste konsentrasjonen målt til 0,0103 mg/kg.

Det er dermed ikke samsvar mellom de benyttede gjennomsnittskonsentrasjoner, som er tatt fra *alle* prøver fra lokaliteten, med arealet på 550 m², som kun er for området med forhøyede PFOS-konsentrasjoner (rødt). Konsekvensen av å ta med de øvrige konsentrasjoner er en fortykning av antatt forurensningsgrad og dermed en mulig underestimering av potensielle PFOS-mengder fordelt i de 1200 m³. Det bør vurderes om gjennomsnittet skal regnes om. Brukes kun de PFOS-konsentrasjonene som er registrert på det PFOS-forurensede området er gjennomsnittet 0,663 mg/kg, men hvis man ser bort fra konsentrasjonen i antatt hotspot i SJ6 på 2,27 mg/kg, som helt klart avviker fra de andre målingene, er gjennomsnittskonsentrasjon på dette området 0,34 mg/kg. Alternativt må man endre mengde masser fra 1200 m³ opp til en annen mengde som gjenspeiler et større område, se Figur 1 som er sammensatt av bilder og tabell hentet fra tidligere Norconsult rapporter.



Figur 1. PFOS-forurensning er forbundet med et område på ca. 550 m² vist med rød skravur i kartet til høyre basert på analyseresultater vist i tabell og kart til venstre. Disse figurene ble presentert i Norconsult sin miljøtekniske rapport og påfølgende notat RIM-02. Mengdeanslag på 1200 m³ forutsetter en tykkelse på forurensningen på omtrent 2 til 2,5 m. Gjennomsnittlig PFOS-konsentrasjon på det forurensede arealet basert på foreliggende data er høyere enn 0,406 mg/kg. Ser man bort fra den høyest målte konsentrasjonen på 2,27 mg/kg er snittet for gjenværende masser omtrent 0,34 mg/kg. Tar man med den høyeste konsentrasjonen på 2,27mg/kg er gjennomsnittet på dette området 0,663 mg/kg.

Diskusjoner

Brannskumkonsentrat, utblandet brannskum og -mengder

Blandingsforholdet mellom konsentrat og vann på 3:97 gjør at det er av stor betydning om det er PFOS-mengder i konsentrat eller utblandet skum man benytter ved beregning av mengde brannskum og PFOS-mengder i jord.

Sweco har beregnet antatte/mulige PFOS-mengder i ulike sammensetninger av brannskum. Tabell 1 og 2 i deres rapport er oppsummert her i Tabell 5. Mengde for 4 liter er tatt med siden dette er et av premissene Sweco hadde for sin rapport, noe som har ført til en regnefeil senere (se kapittel om beregninger).

Tabell 5. Oppsummering av PFOS-mengder i ulike brannskum. Kolonnene som er merket gult viser beregnede PFOS-mengder i konsentrat basert på informasjon gitt i produkt datablader. Kolonnene som er merket blått viser PFOS-mengder i ferdigutblandet brannskum. Beregningene er gjort av Sweco.

Liter	Skumkonsentrat fra 2011 - lovlig idag	Utblandet brannskum fra 2011 - lovlig idag	Skumkonsentrat fra eldre brannskum (ulovlig)	Utblandet brannskum av eldre type (ulovlig)
1 liter	51 mg	1,53 mg	5000-15000 mg	150-450 mg
4 Liter	204 mg	6,12 mg	20000-60000 mg	600-1800 mg

Konklusjonene man kan trekke fra tabellen er at ved bruk av 4 l skumkonsentrat kan PFOS-mengder variere fra 204 mg til 60 000 mg avhengig av skummets produksjonsår. Dersom det skal forstås at det kun er brukt 4 l ferdig utblandet brannskum vil mengdene være i størrelsesorden 6,12 mg-1800 mg avhengig av produksjonsår. Det er derfor svært viktig å få bekreftet om det er konsentrat eller ferdigblandet brannskum som omtales som «4 l brannskum». Ut fra Swecos notat kap 1.1 andre avsnitt, har Norconsult forstått det som at det er konsentrat som er benyttet. Videre er det også av betydning om 4 l er riktig mengde og om eldre brannskum (med høyere %-andel PFOS) kan ha vært brukt ved en misforståelse eller uhell.

Mengder brannskum

I tillegg til PFOS-innhold i brannskum vil også mengde brannskumkonsentrat som ble brukt under bekjempelse av brannen være viktig. Tabell 6 gjengir tabellen presentert i den første rapporten utarbeidet av Sweco (februar 2022). Under møtet i april 2022 ble det påstått at tabellen inneholder en feil, at det kun ble brukt 4 l skumvæske under slokking og ikke 54 l som tabellen viser. Videre skal de 4 l brannskum ha vært brukt ifm. håndholdt utstyr. Det skal utelukkende ha vært brukt vann i vannkanon på brannbil. Denne rettelsen og tilleggsopplysninger, gitt muntlig på møtet er innarbeidet i det siste Sweco-notat et «Beregninger av PFOS mengder» fra juni 2022.

Tabell 6. Fra Sweco sin rapport «Vurdering PFOS», datert 08.02.2022. «Oversikt over mengder og typer av brannskum som ble benyttet av de forskjellige aktører under brannslukkingen i 2011.»

Aktører	Mengde skumvæske	Type skumvæske
Gaular brann og redning røykdykker	4 liter (2 beholdere a 2 liter)	STHAMA AFFF 3% 12/2010 nr. 70211
Førde brann og redning	50 liter (av en 200 liter tank)	Fomtec AFFF 1%F, 3% og 6%, «SKUM_AFFF_3%_E_G_MTR_EGHS_NO.P DF» Eller Artic Foam TF 5X (200L innkjøpt i 2007/2008) Solberg Scandinavia AS
Gaular brann og redning begynte å gå tom for brannskum. Det ble derfor kjøpt inn i 200 liter fra AVINOR, men dette ble ikke benyttet under brannen.	Ikke benyttet (200l fat kjøpt fra AVINOR)	MSDS -479-STHAMEX-AFFF 3% - norsk 2009

Fordi skummengder brukt under slokkingsarbeid foreløpig ikke er dokumentert og kan være en kritisk faktor under vurdering av det kjemiske regnskapet, har Norconsult utført kontrolloppgaven ved en uformell henvendelse til SG Safety, som er en leverandør av slokkingsutstyr og kjemikalier, og Bergen brannvesen, som har faglig kompetanse og erfaring fra slokningsarbeid. Begge instanser fikk se bildet vist i Figur 2.

Oppdragsgiver: Sunnfjord kommune
Oppdragsnr.: 52205839 Dokumentnr.: RIM-01

Formålet var å sannsynliggjøre rammene som er gitt for mengde og blandingsforhold i brannskum brukt under bekjemping av brannen.



Figur 2. Bilde som er vist til SG Safety og Bergen brannvesen ifm. spørsmål om brannskumsammensetning og -mengder. Bilde er tatt av Firda og ble først vist i Sweco sin rapport «Vurdering PFOS» i februar 2022.

SG Safety fikk følgende spørsmål:

- Kan det synlige skumbelegget i bildet, som er tatt under brannslukking, med rimelig sannsynlighet komme fra 4 l ferdigblandet skum (brannslukkingsapparat)?

Svar:

Skummengden som er synlig i bilde er ikke forenlig med 4 l utblandet brannskum. Skummengden synes å være for omfattende til det.

- Selges ferdigblandet AFFF på håndholdte slukkingsapparater i 2 l størrelse?

Svar:

I Norge er standard håndholdt utstyr med ferdig blandet AFFF tilgjengelig i 3 l, 6 l og 9 l flasker til husholdningsbruk. SG Safety kjenner ikke til at det har vært vanlig med 2 l flasker av dette preparatet. AFFF selges også på større beholder/fat.

- Forutsatt at det er brukt 2 * 2 l AFFF under brannslukking, ved hjelp av håndholdt utstyr, hva er den mest sannsynlige fremgangsmåten?

Svar:

Det er vanlig å bruke en injektor som kobles til en beholder med AFFF-konsentrat. Injektoren sørger for innblanding av skumkonsentrat i riktig forhold til vann og benytter ikke skumtank på brannbil. Slikt utstyr er standard hos flere brannvesener og brukes under brannslukking fra håndholdt utstyr (kobles på brannvannslange).

Bergen brannvesen fikk følgende spørsmål:

- Det er rapportert bruk av 4 l brannskum (2*2 l) under brannslukking vist på bildet. Er det mulig å se om det kan være snakk om 4 l ferdig utblandet brannskum eller om det er 4 l konsentrat ut ifra skummengdene? Øvrige slukkingsarbeid skal ha vært utført med vann (uten skum).

Svar:

Skummengden (dekningsarealet) er langt mer omfattende enn det som ventes fra 4 l ferdigutblandet brannskum eller 4 l konsentrat. Kan det ha vært brukt 2 kanner frem for 2 l konsentrat? En kanne er 20 l skumkonsentrat. Skumdekning vist i bildet er mer forenlig med en mye større bruk av konsentrat enn 4 l. Videre kan det se ut som om det er tungskum som brukes på vannkanon i bildet. Bilde er ikke av beste kvalitet, men på bakgrunn av kastelengde og «dryss» fra kanon kan dette ligne veldig på skum.

Disse opplysningene ble formidlet per tlf/TEAMS den 19 og 20 juli 2022. Dersom ikke annen dokumentasjon foreligger kan bildedokumentasjon leveres til en uavhengig faglig instans for vurdering. Det er viktig at de som deltok under innsatsen er involvert i kartlegging av hendelsesforløpet og at eventuelle funn dokumenteres i en rapport/notat som kan legges ved Sweco sitt notat. Selv om Norconsult sin «kontroll» er utført på en meget overordnet måte, viser den at det er grunn til å stille flere spørsmål knyttet til skumforbruk og at det vil være nyttig å sikre dokumentasjon.

Kontaktopplysninger til de som har svart på spørsmålene er tilgjengelig ved behov, men er ikke tatt med her siden de ikke er formelle deltagere i prosjektet på nåværende tidspunkt.

I oversikten over brannskum gitt i tabell 3 i Sweco sitt notat «Vurdering PFOS», datert 08.02.2022, er de 4 l brannskum til Gaular brann og redning røykdykker sammenstilt med konsentrat som andre aktører hadde i beredskap. Dette styrker inntrykket av at det er konsentrat og ikke ferdigutblandet brannskum som er relevant i denne saken. Konklusjonene i notatet til Sweco forutsetter derimot at det kun er brukt 4 l utblandet brannskum. Dette kan virke som en feil premiss for analysen.

Beregninger

Sweco har gjort en beregning av hvor mange liter med skumkonsentrat som trengs for å forårsake den beregnede PFOS-forurensningen i grunnen (gjennomsnittskonsentrasjon på 0,4068 mg/kg). Her ser det ut til at det er tatt utgangspunkt i både feil skumkonsentrasjon og feil mengde, dvs. at beregningene vist i tabell 4 i notatet «Beregninger av PFOS mengder» (gjengitt her som Tabell 7) ikke er korrekte. Dette er eksemplifisert med to linjer som er uthevet med rødt i Tabell 7. Beregningene som ligger bak resultatet i tabellen er ikke vist i notatet til Sweco, men ved en kontrollregning ser en at det ikke er tatt hensyn til at det er 4 liter *konsentrat* av skum som er benyttet, da de i beregningen har benyttet mg PFOS i en 4 liters *blanding* (6,12 mg, hentet fra tabell 1 i Swecos notat).

Oppdragsgiver: **Sunnfjord kommune**
 Oppdragsnr.: **52205839** Dokumentnr.: **RIM-01**

For å finne ut hvor mange liter skumkonsentrat som er benyttet, burde regnestykket, iht. Swecos egne tall fra deres tabell 1, sett slik ut:

- Ant. mg PFOS i 1 liter konsentrat: 51 mg/l
- Ant. mg PFOS i jord (gj. snitt ved tetthet 1,7): 829 989 mg
- $829\,989/51 = \mathbf{16\,275\,liter\ skum}$

I stedet har de benyttet følgende:

- Ant. mg PFOS i 4 liter blanding: 6,12 mg/4 liter
- Ant. mg PFOS i jord (gj. snitt ved tetthet 1,7): 829 989 mg
- $829\,989/6,12 = \mathbf{135\,619\,liter}$ (riktig benevnning her ville være «4 liter», altså at det riktige tallet i antall liter skulle være 524 477)

Siden de har brukt ant mg PFOS pr. 4 liter utblandet væske blir dette regnestykket feil på to måter:

- Bruk av utblandet i stedet for konsentrat
- Bruk av mengde PFOS i 4 liter og brukt det som om det var liter.

Regnefeil er gjennomgående også for de andre radene.

Tabell 7. Beregningsoversikt i tabell 4 fra notatet «Beregninger av PFOS mengder».

Beregnete PFOS mengder i jord (mg) ved forskjellige jordtettheter og konsentrasjoner:		Antall liter skumkonsentrat som trengs for å forårsake forurensningen (liter):		
	Tetthet 1700 kg/m ³	STHAMEX-AFFF 3 %	3M FC-203CF LIGHT WATER(TM) AFFF 3% 0,5 % PFOS	3M FC-203CF LIGHT WATER(TM) AFFF 3% 1,5 % PFOS
Minimum	1287	210,3	2,1	0,7
Gjennomsnitt	829989	135619,1	1383,3	461,1
Maksimum	4630800	756666,7	7718,0	2572,7
	Tetthet 2000 kg/m ³			
Minimum	1514	247,4	2,5	0,8
Gjennomsnitt	976458	159552,0	1627,4	542,5
Maksimum	5448000	890196,1	9080,0	3026,7
	Tetthet 2400 kg/m ³			
Minimum	1817	296,9	3,0	1,0
Gjennomsnitt	1171750	191462,4	1952,9	651,0
Maksimum	6537600	1068235,3	10896,0	3632,0

De samme linjene er utredet med riktige inngangsdata, vist i Tabell 8. Radene som er merket blå i Tabell 8 er konsentratet blandet med vann i et forhold på 3:97. Dvs. 3 enheter konsentrat og 97 enheter vann (sterk fortynnet). Det er disse tallene Sweco har benyttet. Resultater som er merket oransje i Tabell 8 viser antall liter *konsentrat* som inneholder de beregnede PFOS-mengdene avhengig av jordtetthet basert på gjennomsnittskonsentrasjon på 0,4068 mg/kg PFOS. Det er disse tallene som bør benyttes.

Tabell 8. Et utvalg av utregninger av de 4 ulike blandingsforhold for 3 varianter av brannskum basert på gjennomsnittskonsentrasjon i jord og 2 ulike tettheter.

Tetthet tonn/m ³	Mengde PFOS (mg)*	Blanding/enhet	Ant. mg PFOS pr. enhet i STHAMEX - AFFF 3 %	Antall enheter	Ant. mg PFOS pr. enhet i 3M-lavt (0,5%)	Antall enheter	Ant. mg PFOS pr. Enhet i 3M-høyt (1,5 %)	Antall
1,7	829994	1 l kons	51	16274	5000	166	15000	55
		4 l kons	204	4068,6	20000	41	60000	14
		1 l utblandet	1,53	542480	150	5533	450	1844
		4 l utblandet	6,12	135620	600	1383	1800	461
2	976464	1 l kons	51	19146	5000	195	15000	65
		4 l kons	204	4787	20000	49	60000	16
		1 l utblandet	1,53	638212	150	6510	450	2170
		4 l utblandet	6,12	159553	600	1627	1800	542

*mg PFOS i 1200 m³ jord med gjennomsnitts PFOS-konsentrasjon på 0,40686 mg/kg

Tabell 8 viser at istedenfor 135 619 l STHAMEX-AFFF 3 % konsentrat trengs det 16 274 l konsentrat for å oppnå gitt PFOS-mengder (829 994 mg) ved jordtetthet på 1,7.

Regnestykket blir altså:
829 994,4/51=16 274 liter

Ved en jordtetthet på 2 (derav høyere PFOS-mengder) trengs det 19 146 l konsentrat fremfor 159 553 l.

Oppsummering

Grunnet regnefeil i Sweco sin tabell 4 har Norconsult regnet ut forholdene selv. Tabellen som Norconsult bruker i forbindelse med kontroll finnes lenger ned, se Tabell 9.

Sweco har oppsummert med følgende:

«Basert på beregningene (Tabell 1 og Tabell 3) så vil fire liter av et brannskum med innhold av 0,005 % PFOS ikke være nok til å gi den mengden PFOS påvist i grunnen. Fire liter med slikt skum blandet i 3 % konsentrasjon med vann vil inneholde 6,12 mg PFOS. Den laveste mengdeberegningen av total PFOS i grunnen er 1287 mg. Ved slike konsentrasjoner vil det være behov for 210 liter med brannskum. For å oppnå den laveste gjennomsnittsmengden beregnet så er det behov for 4069 liter med brannskum»

Norconsult sin kommentar til denne konklusjonen er at 4 l liter av et brannskum med innhold av 0,005 % PFOS (STHAMEX-AFFF 3%), blandet i 3 % konsentrasjon med vann, vil inneholde 6,12 mg PFOS. 4 l brannskum *konsentrat* av denne typen inneholder imidlertid 204 mg PFOS. Slik resonnementet er lagt frem av Sweco, er det forutsatt bruk av 4 l utblandet brannskum. Dvs. 0,12 l skumkonsentrat. Det vil kreves 25 l skumkonsentrat for å oppnå 1287 mg/kg PFOS i 1200 m³ med jord. Videre er det ikke 210 l med utblandet brannskum, men 840 l utblandet brannskum som er riktig tall, da det ikke er tatt hensyn til at innholdet av PFOS som er benyttet i beregningene er for 4 liter.

Referanse til 4069 liter med brannskum er ikke sporbare i tabell 4 i Sweco notat. Dette tallet ser ut til å være antall ganger 4 l konsentrat som kreves for å oppnå *gjennomsnittskonsentrasjon* i jord med tetthet 1,7. Sammenhengen mellom PFOS mengde på 1287 mg, 210 l brannskum og 4096 l er ikke forståelig slik det er presentert i oppsummeringen. Alle tall bør sjekkes.

Videre oppsummerer Sweco:

«Til sammenligning så er det også regnet ut hvor mye PFOS det er i et eldre brannskum (Tabell 2) som var forbudt når brannsløkningsarbeidet pågikk. Selv ved å benytte den høyeste PFOS konsentrasjonen (1,5 %) så gir dette kun 1800 mg PFOS i en 3 % blanding med vann. Dette er nok til å forurense 1200 m³ jord med minimumsmengden som er beregnet. Denne mengden er dog svært usannsynlig, da det er benyttet den laveste påviste jordkonsentrasjonen til beregningene. Dersom man benyttet et slikt gammelt brannskum så ville man måtte brukt 460 – 650 liter med skumblanding for å oppnå gjennomsnittsmengden PFOS i jord som er beregnet.»

Norconsults kommentar til dette er at beregnet PFOS-mengde på 1800 mg forutsetter 4 l utblandet brannskum. Igjen blandes 4 liter med utblandet væske sammen med konsentrasjon pr. liter konsentrat. Mengden PFOS i 1 liter skumkonsentrat er 15 000 mg. For å oppnå 1287 mg i jord ved tilsetning av brannskum med 1,5 % PFOS vil det kun kreves bruk av 0,09 l skumkonsentrat eller 2,9 l utblandet brannskum av denne typen.

Som vist i Tabell 9 må mellom 1844 l og 2604 l *utblandet* brannskum av typen med 1,5 % PFOS forbrukes for å oppnå mellom 829 994 mg og 1 171 757 mg PFOS i grunnen. Dette betyr mellom 55 og 78 l skumkonsentrat (1,5 % PFOS), altså betydelig lavere mengder enn hva Sweco konkluderer med. Spranget i gjennomsnittsverdi grunnes i spenn i tetthet som brukes under omregning.

Sweco oppsummerer videre:

«Basert på beregningene, så anser Sweco det som svært usannsynlig at fire liter med et brannskum som var lovlig i 2011 har forårsaket PFOS forurensingen i grunnen ved Vadheimsvegen 35. I et tenkt scenario hvor det er benyttet fire liter med et forbudt brannskum vil heller ikke dette inneholde nok PFOS til å forårsake grunnforurensningen.»

Konklusjonen om at forurensningen i grunnen ikke kan skyldes bruk av 4 l brannskum av nyere type (0,005 %) støttes av Norconsult sine beregninger, selv om Sweco sine beregninger har feil i seg. For å oppnå 829 994 mg PFOS i grunn må det brukes 16 274 l konsentrat eller 542 480 l ferdig utblandet brannskum. Det finnes ikke grunnlag for å si at så mye brannskum ble brukt under brannslukkingen i 2011.

Ved forbruk av et brannskum med 1,5 % PFOS-innhold, er derimot ikke tallene fullt så overbevisende. Beregningene viser at ved forbruk av 55-78 l med 1,5 % PFOS skumkonsentrat vil mengde PFOS i grunn kunne være i størrelsesorden 829 994 mg og 1 171 757 mg. Gitt øvrige usikkerhet i innsatsfaktorene og premissene for modellen mener Norconsult at brannskum benyttet under sløkningsarbeid i 2011 kan være kilden til observert PFOS-forurensning. I denne saken vil det kunne være avgjørende å få oversikt over faktisk forhold som forbrukte skummengder og blandingsforhold. Det er meget viktig å skille mellom

konsentrat og utblandet preparat. Sweco bør også få revidert sine tall og konklusjon i lys av regnefeil som er funnet i deres tabell siden disse tall danner grunnlag for vurderingen.

Tabell 9. Kontrollberegninger: Oppsummerende tabell for et utvalg av parameterne

	Tetthet tonn/m ³	Mengde PFOS (mg)*	Blanding/enhet	Ant. mg PFOS pr. enhet i STHAMEX - AFFF 3 %	Antall enheter	Ant. mg PFOS pr. enhet i 3M-lavt (0,5%)	Antall enheter	Ant. mg PFOS pr. Enhet i 3M-høyt (1,5 %)	Antall enheter
Lavest konsentrasjon	1,7	1287	1 l kons	51	25	5000	0,26	15000	0,09
			4 l kons	204	6	20000	0,06	60000	0,02
			1 l utblandet	1,53	841	150	8,6	450	2,9
			4 l utblandet	6,12	210	600	2,1	1800	0,7
Snitt konsentrasjon	1,7	829994	1 l kons	51	16274	5000	166	15000	55
			4 l kons	204	4068,6	20000	41	60000	14
			1 l utblandet	1,53	542480	150	5533	450	1844
			4 l utblandet	6,12	135620	600	1383	1800	461
	2	976464	1 l kons	51	19146	5000	195	15000	65
			4 l kons	204	4787	20000	49	60000	16
			1 l utblandet	1,53	638212	150	6510	450	2170
			4 l utblandet	6,12	159553	600	1627	1800	542
	2,4	1171757	1 l kons	51	22976	5000	234	15000	78
			4 l kons	204	5744	20000	59	60000	20
			1 l utblandet	1,53	765854	150	7812	450	2604
			4 l utblandet	6,12	191464	600	1953	1800	651
Høyest konsentrasjon	1,7	4630800	1 l kons	51	90800	5000	926	15000	309
			4 l kons	204	22700	20000	232	60000	77
			1 l utblandet	1,53	3026667	150	30872	450	10291
			4 l utblandet	6,12	756667	600	7718	1800	2573

Notat

Oppdragsgiver: **Sunnfjord kommune**

Oppdragsnr.: **52205839** Dokumentnr.: **RIM-01**

Videre bør følgende forhold utredes før det trekkes konklusjoner i denne saken:

1. Kan mengdeanslag på 1200 m³ være for høyt/lavt?
2. Kan gjennomsnittet på 0,406 mg/kg PFOS være for høyt/lavt?
3. Hvor mye brannskumkonsentrat ble faktisk brukt?
4. Finnes det dokumentasjon på hvilken type skum som er benyttet?

Det anbefales at datagrunnlaget styrkes. Dvs. forurensningen må avgrenses ytterligere og øvrige påstander om kjemikaliebruk og mengder må dokumenteres.

D01	2022-07-25	3-parts kontroll	EDFED	IH	EDFED
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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