

Oppdragsgiver: Kragerø Kommune
Oppdragsnavn: Kragerø kommune bistand - Nilsbukjerr
Oppdragsnummer: 628690-01
Utarbeidet av: Eivor Høydahl Fodnes
Oppdragsleder: Bjørn Aschjem
Dato: 18.06.2025
Tilgjengelighet: Åpent

Notat - Vurdering av sigevannet fra Nilsbukjerr og effekt på Kilsfjorden og slam ved RA

1. Bakgrunn

2. Grunnlag

2.1. Dagens situasjon og forutsetninger

2.2. Kil renseanlegg

2.3. Kilsfjorden

2.4. Sammensetning og mengde i sigevannet

3. Vurdering av påvirkning på slam og resipient

3.1. Teoretisk beregning for påvirkning på slam

3.2. Teoretisk beregning for påvirkning på Kilsfjorden - vannresipienten og sediment

4. Oppsummering

Kilder

Versjonslogg:

01	19.06.25	Nytt dokument	EHF	IG
VER.	DATO	BESKRIVELSE	AV	KS

1. Bakgrunn

Asplan Viak har på vegne av Kragerø kommune gjennomført en avgrenset miljørisikovurdering av sigevannet fra Nilsbukjerr deponi. Arbeidet er gjort i forbindelse med søknad om endring av tillatelsen (av 28.05.2009, sist endret 04.10.2018) som skal revideres. Sigevannet har påslipp til kommunalt ledningsnett (spillvannsledning) og det er ønskelig å vurdere miljørisikoen ved at metaller og organiske miljøgifter fra sigevannet akkumuleres i slammet eller blir transportert ut i sjøen (resipienten som er Kilsfjorden).

Vannforskriften og det nasjonale målet om stans i utslipp av nasjonalt prioriterte stoffer er lagt til grunn for vurderingen. Det er utført teoretiske vurderinger med utgangspunkt i tilgjengelige analyseverdier fra vannprøver av sigevannet, tatt i henhold til overvåkingsprogrammet, mengdemålinger av sigevann og data tilsendt fra Kil renseanlegg.

2. Grunnlag

2.1. Dagens situasjon og forutsetninger

Sigevannet samles i et eget sigevannsnett. Vannet går via en egen mengdemåler for sigevann før det ledes sammen med annet spillvann/forurensset vann på området. Det er installert en elektromagnetisk vannmengdemåler (Fischer & Porter, Model: 10 DX 32127) som kontinuerlig måler sigevannsmengden. Vannmengden som måles, er det sigevannet som til enhver tid pumpes til spillvannsledningen og renseanlegget i Kil. Sigevannsmengden er et resultat av nedbørmengden og det vil naturligvis variere noe fra år til år.

Det samlede spillvannet, ledes til kommunalt avløpsnett med utløp via kommunalt renseanlegg (Kil renseanlegg) til sjøen, Kilsfjorden. Det antas å være en effektiv oppsamling av sigevann, slik at det aller meste ledes til kommunalt avløpsnett. En mindre andel sigevann kan likevel lekke diffust ut til lokal bekk og ev. grunnvann. Mengden som kan lekke diffust, utenom spillvannsledningen, har ikke latt seg kvantifisere og har ikke hatt fokus i dette notatet som er avgrenset til å se på miljøpåvirkning av slammet ved renseanlegget og vannresipienten etter utløp fra Kil renseanlegg.

Etter påslipp til spillvannsledningen, kan det naturlig nok forekomme at avløpsvann med sigevann går i overløp. Vi har ikke grunnlag for å si noe om hvor mye sigevann som ev. ikke

finner veien fram til renseanlegget og resipienten pga. ev. overløp. Det er derfor i dette dokumentet lagt til grunn at hele mengden sigevann, målt via mengdemåleren, kommer fram til renseanlegget.

2.2. Kil renseanlegg

Kil renseanlegg er et kjemisk fellingsanlegg med et biologisk rensetrinn. Årlig mengde slam som produseres og årlig mengde vann som slippes ut i sjøen, er vist i Tabell 1. Det er estimert 20 % tørrstoff (TS). Av gjennomsnittlig årlig slammengde, utgjør dette 11,82 tonn TS. Disse tallene er brukt i videre beregninger

Tabell 1 Årlig mengde slam som produseres ved Kil RA, samt årlig mengde vann som slippes ut i Kilsfjorden.
Data oversendt fra Kragerø kommune

	2020	2021	2022	2023	2024	Gjennomsnitt
Slam [tonn]*	58,9	55,3	57,1	57,5	66,7	59,1
Vann [m ³]	263 255	205 237	218 285	269 934	363 928	264 128

* Tørrvekt med estimert 20 % TS

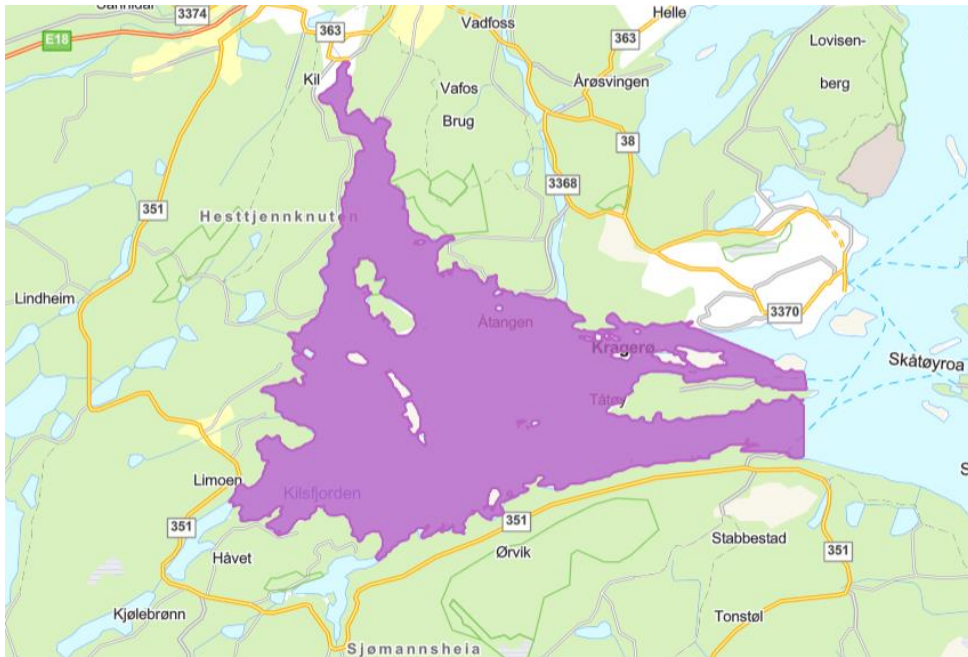
Ifølge Jan Sundbø v/Kragerø kommune fører påslippet av sigevann (i 2025) til Kil renseanlegg til høyere alkalitet og pH, som igjen fører til mer bruk av fellingskjemikalier.

Mengden sigevann fra deponiet utgjør 5-6 % av den totale avløpsmengden som slippes ut fra renseanlegget. Konkrete mengdemålinger for sigevann, er oppgitt i kap. 2.4 nedenfor.

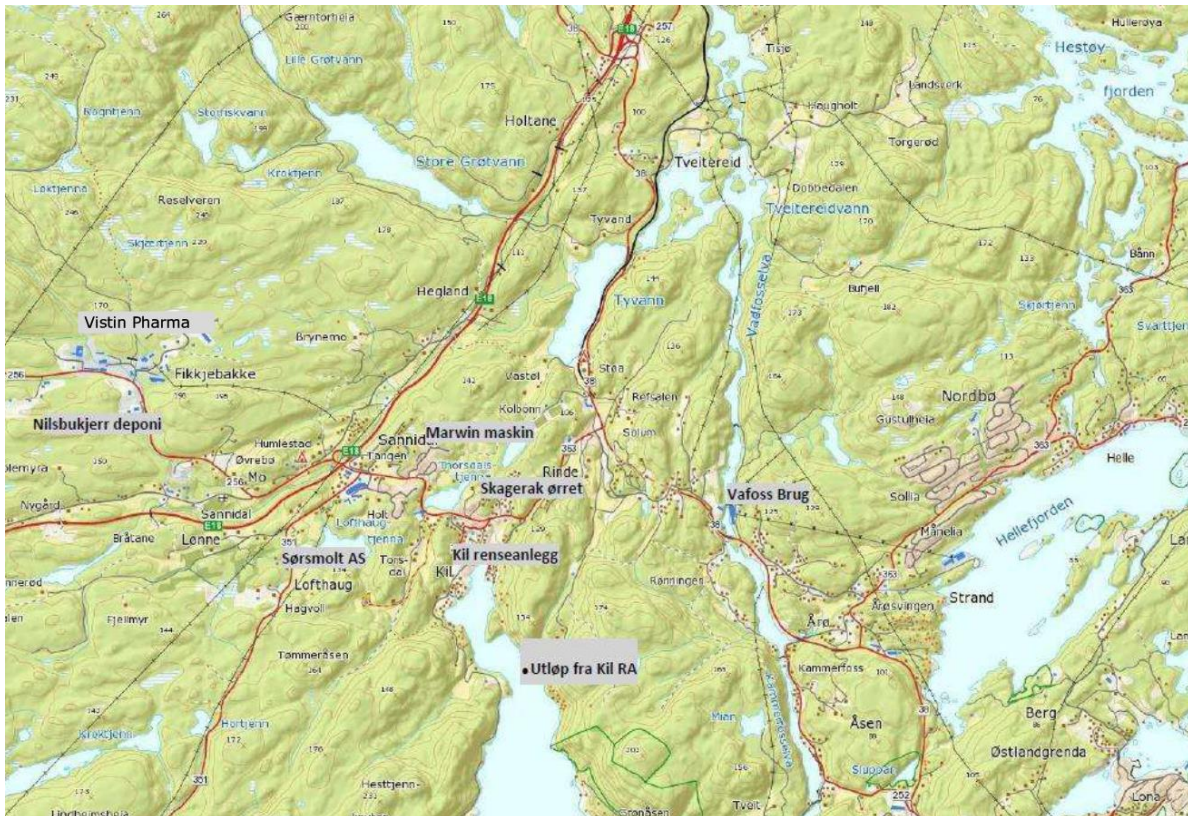
2.3. Kilsfjorden

Renseanlegget har utslipp til Kilsfjorden (VannforekomstID 0110021101-1-C), som har moderat økologisk tilstand og dårlig kjemisk tilstand. Fjorden er i stor grad påvirket av punktutslipp fra industri, samt diffus avrenning fra havneaktivitet og fysisk endring grunnet mudring. Punktutslipp fra søppelfyllinger er kategorisert i påvirkningsgrad for vannforekomsten fra denne kilden: «påvirket i liten grad» (Vann-Nett).

Det arealmessige omfanget av Kilsfjorden, er vist i Figur 1. Det totale arealet utgjør 15,048 km² (Vann-Nett). Plasseringen av Nilsbukjerr deponi, Kil renseanlegg, utslippsledningen og øvrig industri, i aktuelt område, er vist i Figur 2. Fjorden har vært resipient for utslipp fra ulike industrier gjennom flere tiår, bl.a. påvirket av historiske utslipp fra treforedlingsindustri med avsetninger av trefiber på bunnen. Dette er med på å gi oksygensvikt i fjorden (Cowi, 2021).



Figur 1 Omfanget av Kilsfjorden (VannforekomstID 0110021101-1-C) er vist med lilla. Kilde: Vann-Nett



Figur 2 Oversikt over beliggenhet av Nilsbukjerr deponi, Kil renseanlegg, utløpspunkt og diverse industribedrifter i området. Kilde: Cowi, 2022

Kilsfjorden er en terskelfjord med vanddyb varierende fra 25 m til 100 m. Det vil være begrenset vannutskiftning i dypvannet som følge av liten tidevannssvariasjon i Kragerø-området (Cowi, 2022). Fjorden er permanent lagdelt, har lang oppholdstid for bunnvannet (måneder/år) og svake strømhastigheter ($< 0,5$ m/s) (Cowi, 2016).

2.4. Sammensetning og mengde i sigevannet

I henhold til overvåkingsprogrammet for Nilsbukjerr deponi, tas det prøver av sigevannet hvert kvartal i egen sigevannskum. Kvartalsvis prøvetaking, over flere år, viser at konsentrasjon for hvert enkelt stoff er relativt stabilt. Enkelte av parameterne overstiger hva som er typiske verdier for sigevann fra aktive deponi jf. Rapport TA-2978 / 2012. Dette gjelder særlig konduktivitet, nikkel og arsen. Det understrekes at resultater som kommer frem i dette notatet, har utgangspunkt i analyser fra 2021/2022 og med det har grunnlag i overvåkingsprogrammet fra den tid. Nytt overvåkingsprogram er utarbeidet med grunnlag i «ny veileder fra 2025» og omfatter dermed flere stoffer / parametere enn de som kommer

frem av dette notat. Det foreligger foreløpig ikke analyser med grunnlag i siste reviderte overvåkingsprogram, fordi det reviderte programmet t nylig er utarbeidet.

Analysedata fra 2021 og 2022, er altså lagt til grunn for vurderingen. Bakgrunnen for dette, er at det ble gjennomført utvidet prøvetaking begge disse årene (5-årig program i tillegg til det årlige), i tillegg til at vi har mengdemålinger som anses representative fra disse årene:

- Mengde sigevann i 2021 14 243 m³
- Mengde sigevann i 2022 16 000 m³

Resultater fra årlig og 5-årig program fra 2021 og 2022, er vist i hhv. Tabell 2 og Tabell 3. I de tilfellene der analyseverdiene er oppgitt som mindre enn deteksjonsverdien, er det valgt å sette null i beregningene.

Med grunnlag i gjennomsnittskonsentrasjoner for de ulike stoffene i sigevannet, i 2021+2022 og tilhørende mengder sigevann, er det gjort et anslag for total mengde stoff som er ledet til spillvannsledningen. Tabell 4 viser påslippsmengdene per år, der det bl.a. framgår at det var i størrelsesorden 1,7 g bly, 360 g krom og 31 g PAH16. Tabellen viser kun oversikt over parametere som er angitt med en konsentrasjon over null jf. Tabell 3. I de tilfellene der analyseverdiene er oppgitt som mindre enn deteksjonsverdien, er det valgt å sette null i beregningene også her.

Tabell 2 Resultater gjennomsnittlige konsentrasjoner fra årlig prøvetaking i 2021 og 2022. I de tilfellene der det er oppgitt «<», så gjelder dette ved alle prøvetakingene for det aktuelle stoff og år.

Parameter	Enhet	Snitt 21	Snitt 22
Temperatur	Grader C	21,6	22,08
pH		7,35	7,38
Konduktivitet (ledningsevnen)	mS/m	71,3	461,75
Suspendert stoff	mg/l	19,5	51
TOC	mg/l	106,5	110
Klorid	mg/l	305	315
Total-P	mg/l	1,4	1,29
Total-N	mg/l	135	122,75
NH4-N	mg/l	135	119,58
Barium	µg/l	385	-
Natrium	mg/l	310	312,5
KOF	mg/l	339,5	363,5
BOF	mg/l	15	35
Jern (Fe)	mg/l	2,895	5,4
Mangan (Mn)	µg/l	1600	2225
Arsen (As)	µg/l	18	21,75
Bly (Pb)	µg/l	0,155	0,075
Kadmium (Cd)	µg/l	0,091	0,032
Kobber (Cu)	µg/l	2,0	4,4
Krom (Cr)	µg/l	24,5	23,5
Kvikksølv (Hg)	µg/l	0,003	0,003
Nikkel (Ni)	µg/l	30,5	56,5
Sink (Zn)	µg/l	23,6	32
Olje i vann C10 - C40	mg/l	0,04	<0,1
Acenafte, PAH	ng/l	1015	600
Acenafte, PAH	ng/l	13,5	3,5
Naftalen, PAH	ng/l	185	120
Antracen, PAH	ng/l	23,5	9,75
Fenantren, PAH	ng/l	680	302,5
Fluoranten, PAH	ng/l	9	10,5
Fluoren, PAH	ng/l	825	345
Pyren, PAH	ng/l	19,5	4,25
Benzo(a)antracen, PAH	ng/l	<10	<10
Benzo(a) pyren, PAH	ng/l	<10	<10
Benzo(b)fluoranten, PAH	ng/l	<10	<10
Benzo(k)fluoranten, PAH	ng/l	<10	<10
Benzo (ghi)perylene, PAH	ng/l	<10	<10
Chrysen/Trifenylene, PAH	ng/l	<10	<10
Dibenzo(a,h) antracen, PAH	ng/l	<10	<10
Indeno(1,2,3-cd)pyren, PAH	µg/l	<10	<10
Sum PAH 16	ng/l	2800	1400
Benzen	µg/l	0,405	0,48
Toluen	µg/l	0,105	0,06
Etylbenzen	µg/l	0,145	0,09
m, p-Xylen	µg/l	0,49	0,32
o-Xylen	µg/l	0,125	0,15
Sum BTEX	µg/l	1,15	1,15
Microtox TU	TU	<1,22	0,34

Tabell 3 Resultater konsentrasjoner fra 5-årig program

Parameter	Enhet	apr.21	sep.21	apr.22
1,2-Dikloreten	µg/L	<0.50	<0.50	<0.50
Diklormetan	µg/L	<0.50	<0.20	<0.20
1,1,1-Trikloreten	µg/L	<0.20	<0.20	<0.20
1,1,2-Trikloreten	µg/L	<0.50	<0.50	<0.50
Trikloreten	µg/L	<0.10	<0.10	<0.10
Tetraklormetan	µg/L	<0.20	<0.10	<0.10
4-n-propylfenol	µg/L	<0.10	0,098	23
Bisfenol-A	µg/L	0,11	<0.010	<0.050
4-n-Nonylfenol	µg/L	<0.030	0,42	0,69
4-t-Oktylfenol	µg/L	0,49	<0.020	<0.050
OP1EO	µg/L	<0.030	<0.050	<0.050
OP2EO	µg/L	<0.030	<0.010	<0.050
OP3EO	µg/L	<1.5	<1	<1.0
NP1EO	µg/L	<0.30	<1	0,5
NP2EO	µg/L	<0.40	<0.10	4,3
4-nonylfenol trietyloxyfat (blanding av isomere)	µg/L	<1.5	<0.10	<0.20
Fenol	µg/L	<0.10	<0.10	0,55
o-Kresol	µg/L	<0.10	<0.10	5,3
m-Kresol	µg/L	<0.10	<0.10	<0.10
p-Kresol	µg/L	<0.10	<0.10	0,39
2,3-Dimetylifenol	µg/L	<0.10	<0.10	<0.10
2,4-Dimetylifenol	µg/L	<0.10	0,12	<0.25
2,5-Dimetylifenol	µg/L	<0.10	<0.10	0,17
2,6-Dimetylifenol	µg/L	<0.20	<0.10	0,42
3,5-Dimetylifenol	µg/L	<0.10	<0.10	0,2
2,4,6-trimetylifenol	µg/L	<0.10	<0.10	<0.10
2,3,5-Trimetylifenol	µg/L	<0.10	<0.10	<0.10
2-n-propylfenol	µg/L	<0.10	<0.10	<0.10
2-isopropylfenol	µg/L	<0.10	0,5	9,1
3-tert-butylfenol	µg/L	<0.10	<0.10	0,21
C10-Alkyl-bensensulfonat	mg/L	<0.0050	<0.0050	0,0046
C11-Alkyl-bensensulfonat	mg/L	0,0091	0,0064	0,0069
C12-Alkyl-bensensulfonat	mg/L	<0.0050	<0.0050	0,0032
C13-Alkyl-bensensulfonat	mg/L	<0.0050	<0.0050	0,00082
C14-Alkyl-bensensulfonat	mg/L	<0.0050	<0.0050	<0.00050
Tributyltinnkation	ng/L	3,6	1,8	7,9
Trifenyltinnkation	ng/L	<3.0	<1	<2.0
Di (2-etylheksyl)-ftalat (DEHP)	µg/L	<1.0	<1	<1.0
Di-isodekylftalat (DIDP)	µg/L	<10	<10	<10
Di-isononylftalat (DINP)	µg/L	<10	<10	<10
PBDE-99	µg/L	0,00019	<0.00010	0,00032
BDE-154	µg/L	<0.00030	<0.00030	<0.00030
PBDE-203	µg/L	<0.0010	<0.0010	<0.0010
DekaBDE (PBDE-209)	µg/L	<0.010	<0.010	<0.010
Heksabromsyklododekan (HBCD)	µg/L	<0.010	<0.010	<0.010
Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	µg/L	<0.0050	<0.0050	<0.0050
1,2,3-Triklorbensen	µg/L	<0.010	<0.020	<0.010
1,2,4-Triklorbensen	µg/L	0,013	<0.020	0,012
1,3,5-Triklorbensen	µg/L	<0.010	<0.020	<0.010
Heksaklorbensen HCB	µg/L	<0.010	<0.020	<0.010
2,4-D	µg/L	<0.050	<0.050	<0.050
MCPA	µg/L	<0.10	<0.050	<0.050
MCP	µg/L	0,8	1,3	0,64
2,4,5-T	µg/L	<0.050	<0.050	<0.050
2,4,5-TP	µg/L	<0.050	<0.050	<0.050
MCPB	µg/L	<0.050	<0.050	<0.050
2,4-DB	µg/L	<0.050	<0.050	<0.050
2,4-DP	µg/L	0,055	0,067	<0.050
Pentaklorfenol	µg/L	<0.10	<0.10	<0.10
Immobilisering (original prøve)	%	100	45,5	100
48t, EC50	ml/L	392	360	553
Toks.test: Daphnia magna Daphnia magna		3	3	2

Tabell 4 Massetransport til kommunalt ledningsnett. Tabellen inkluderer kun en oversikt over parametere som er angitt med en konsentrasjon over null, jf. Tabell 3. I de tilfellene der analyseverdiene er oppgitt som mindre enn deteksjonsverdien, er det valgt å sette null i beregningene. Mengden er beregnet ved å multiplisere gjennomsnittskonsentrasjon med total mengde sivevann i aktuelt år. 14 243 m³ for 2021 og 16 000 m³ for 2022. Snitt årlig mengde er et gjennomsnitt av 2021 og 2022.

Parameter	Mengde snitt 21 [kg/år]	Mengde snitt 22 [kg/år]	Snitt årlig mengde [kg/år]
Suspendert stoff	278	816	547
TOC	1517	1760	1638
Klorid	4344	5040	4692
Total-P	20	21	20
Total-N	1923	1964	1943
NH ₄ -N	1923	1913	1918
Natrium	4415	5000	4708
KOF	4835	5816	5326
BOF	214	560	387
Jern (Fe)	41	86	64
Mangan (Mn)	23	36	29
Arsen (As)	0,3	0,3	0,3
Bly (Pb)	0,0022	0,0013	0,0017
Kadmium (Cd)	0,0013	0,00048	0,00089
Kobber (Cu)	0,028	0,07	0,049
Krom (Cr)	0,35	0,38	0,36
Kvikksølv (Hg)	0,000043	0,000048	0,000045
Nikkel (Ni)	0,43	0,9	0,67
Sink (Zn)	0,34	0,51	0,42
Olje i vann C10 - C40	0,6	0	0,3
Acenaften, PAH	0,014	0,0096	0,012
Acenaftylen, PAH	0,00019	0,000056	0,00012
Naftalen, PAH	0,0026	0,0019	0,0023
Antracen, PAH	0,00033	0,00016	0,00025
Fenantren, PAH	0,01	0,0048	0,0073
Fluoranten, PAH	0,00013	0,00017	0,00015
Fluoren, PAH	0,012	0,0055	0,0086
Pyren, PAH	0,00028	0,000068	0,00017
Sum PAH 16	0,04	0,022	0,031
Benzen	0,0058	0,0077	0,0067
Toluen	0,0015	0,00096	0,0012
Etylbenzen	0,0021	0,0014	0,0018
m, p-Xylen	0,007	0,0051	0,0060
o-Xylen	0,0018	0,0024	0,0021
Sum BTEX	0,016	0,018	0,017
4-n-propylfenol	0,0007	0	0,00035
Bisfenol-A	0,00078	0,37	0,18
4-n-Nonylfenol	0,003	0	0,0015
4-t-Oktylfenol	0,0035	0,011	0,007
NP2EO	0	0,008	0,0040
4-nonylfenol trietyloxylat (blanding av isomere)	0	0,069	0,0344
m-Kresol	0	0,0088	0,0044
p-Kresol	0	0,085	0,042
2,4-Dimetylfenol	0	0,0062	0,0031
3,5-Dimetylfenol	0	0,0067	0,0034
2,4,6-trimetylfenol	0	0,0032	0,0016
2-isopropylfenol	0	0,15	0,073
3-tert-butylfenol	0	0,0034	0,0017
C10-Alkyl-bensensulfonat	0	0,074	0,037
C11-Alkyl-bensensulfonat	0	0,11	0,055
C12-Alkyl-bensensulfonat	0	0,051	0,026
C13-Alkyl-bensensulfonat	0	0,013	0,0066
Tributyltinnkation	0,000038	0,00013	0,000082
PBDE-99	0	0,0000051	0,0000026
1,2,4-Triklorbensen	0,000093	0,00019	0,00014
MCP	0,015	0,010	0,013
2,4-DP	0,00087	0	0,00043

3. Vurdering av påvirkning på slam og resipient

3.1. Teoretisk beregning for påvirkning på slam

Kvaliteten på slammet som produseres ved Kil renseanlegg, vil være en viktig faktor. I Tabell 5 har vi gjort en beregning av sigevannets påvirkning på slammet, med grunnlag i gjennomsnittsverdier for mengder i sigevannet (Tabell 4) når det gjelder tungmetaller og stoffer det er satt grenser for i gjødselvereforskriften. Beregning for alle parameterne er vist Tabell 6. Det er viktig å understreke at vi ser utelukkende på hva bidraget fra deponiet gir av utslag i slammet, og det er derfor ikke tatt hensyn til hva andre kilder bidrar med.

Utvalgte tungmetaller er altså valgt med grunnlag i at disse er satt opp med grenseverdier i krav til innhold i ulike dyrkningsmedier jf. Gjødselvereforskriften § 21. Tungmetallklassene er delt inn i fire klasser (0 I, II og III). Klasse III har høyest tungmetallinnhold og klasse 0 har lavest. For at en gjødselver skal være i klasse 0, må alle de syv tungmetallene være innenfor verdier i klasse 0. Videre har vi lagt til grunn en slamproduksjon på 11,82 tonn TS pr år (jf. Tabell 1) og en viss renseeffekt ved kjemisk rensing jf. SFT rapport 93:10.

Av tabellen fremgår det at alle tungmetallene faller innunder klasse 1. Det er nikkel som bidrar mest med 57 % målt opp mot maksgrensen for tillatt innhold av tungmetaller. Med denne beregningen kan det synes som at bidraget av tungmetaller til slamkvaliteten, via sigevannet, er akseptabelt. Eventuelt bidrag av tungmetaller fra andre kilder, er ikke tatt med i betraktningen.

Tabell 5 Teoretisk påvirkning på slam basert utelukkende på utslipp fra deponiet

Parameter	Påslipp til ledningsnett [g/år]	Antatt renseeffekt ved RA* [%]	Mengde rensed [g/år]	Mengde i slammet [mg/kg TS]	Grenseverdier for tungmetaller ** [mg/kg TS]	Andel av grenseverdi [%]
Bly (Pb)	1,74	75	1	0,1	60	0,2
Kadmium (Cd)	0,89	75	0,7	0,06	0,8	7
Kobber (Cu)	49,44	70	35	3	150	2
Krom (Cr)	362,48	75	272	23	70	33
Kvikksølv (Hg)	0,05	60	0,027	0,0023	0,6	0,4
Nikkel (Ni)	669,21	30	201	17	30	57
Sink (Zn)	424,07	60	254	22	400	5

* SFT rapport 93:10, for kjemisk rensing

** Gjødselvereforskriften, grenseverdier for tungmetall klasse 1

Antatt renseeffekt kan være noe høyere enn beregnet ettersom Kil renseanlegg har et biologisk trinn i tillegg til kjemisk rensing. Det er ikke grunnlag for å si konkret hva renseeffekten er, da det ikke foreligger analyser på slam spesifikt fra Kil renseanlegg. I tillegg er det stor variasjon i slammengden (jf. Tabell 1), som varierer fra 55-67 tonn.

Tabell 6 Teoretisk påvirkning på slam, basert utelukkende på utslipp fra deponiet. Parametere med analyseverdier oppgitt som mindre enn null, er ikke tatt med i beregningene.

Parameter	Mengde i slammet basert utelukkende på hva deponiet bidrar med [mg/kg TS]
Suspendert stoff	46266
TOC	138616
Klorid	396959
Total-P	1717
Total-N	164416
NH4-N	162271
Natrium	398280
KOF	450571
BOF	32726
Jern (Fe)	5399
Mangan (Mn)	2470
Arsen (As)	25,57
Bly (Pb)	0,15
Kadmium (Cd)	0,075
Kobber (Cu)	4,18
Krom (Cr)	30,67
Kvikksølv (Hg)	0,0038
Nikkel (Ni)	56,62
Sink (Zn)	35,88
Olje i vann C10 - C40	24,10
Acenaften , PAH	1,018
Acenaftylen, PAH	0,011
Naftalen, PAH	0,19
Antracen, PAH	0,021
Fenantren, PAH	0,61
Fluoaranten, PAH	0,013
Fluoren, PAH	0,73
Pyren, PAH	0,015
Sum PAH 16	2,63
Benzen	0,57
Toluen	0,104
Etylbenzen	0,15
m, p-Xylen	0,51
o-Xylen	0,18
Sum BTEX	1,47
4-n-propylfenol	0,0295
Bisfenol-A	15,60
4-n-Nonylfenol	0,13
4-t-Oktylfenol	0,61
NP2EO	0,34
4-nonylfenol trietyloxylat (blanding av isomere)	2,91
m-Kresol	0,37
p-Kresol	3,59
2,4-Dimetylfenol	0,26
3,5-Dimetylfenol	0,28
2,4,6-trimetylfenol	0,14
2-isopropylfenol	6,16
3-tert-butylfenol	0,14
C10-Alkyl-bensensulfonat	3,11
C11-Alkyl-bensensulfonat	4,67
C12-Alkyl-bensensulfonat	2,17
C13-Alkyl-bensensulfonat	0,55
Tributyltinnkation	0,00697
PBDE-99	0,00022
1,2,4-Triklorbensen	0,012
MCP	1,066
2,4-DP	0,037

3.2. Teoretisk beregning for påvirkning på Kilsfjorden - vannresipienten og sediment

Konsentrasjonen i utslippsvannet fra Kil renseanlegg er basert utelukkende på utslipp fra deponiet, er vist Tabell 7. Grunnlaget er gjennomsnittsverdier for sigevannet i Tabell 4. Det er altså valgt å legge til grunn at hele mengden, av de ulike parameterne, slippes ut til fjorden og sånn sett ikke holdes tilbake i renseanlegget. Dette blir altså et svært konservativt anslag. På samme måte som i kap. 3.1, er det således ikke tatt hensyn til hva andre kilder bidrar med.

Det antas at for hver liter sigevann fra deponiet, så blir det fortynnet med en viss mengde annet avløpsvann. Det er benyttet en fortynningsfaktor på 8 basert på gjennomsnittlig årlig vannmengde gjennom Kil renseanlegg. Det er et konservativt estimat, og regnestykket er vist nedenfor. Det er her altså ikke sett på fortynningen som finner sted ute i fjorden.

$$\frac{264\,128\,m^3 \cdot 1000\,liter/m^3}{365\,\frac{dager}{\text{år}} \cdot 24\,timer \cdot 60\,min \cdot 60\,sek} = ca. 8\,l/s$$

Parameterne og verdiene, er klassifisert iht. Vannforskriften og Veileder M-608 / 2016, «Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota - revidert 30.10.2020». Det er svært lave konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse I (bakgrunn). Ved utslipp til sjøen vil fortynningen være enda høyere. Det ble utført en beregning med antatt fortynningsfaktor for sjøen, men resultatene ble såpass lave at det er å anse som så lave konsentrasjoner at vi ikke fant grunn til å vise dem i dette dokumentet. Alle verdier ligger selv uten fortynning i fjorden på bakgrunnsnivå. Det er med det grunn til å hevde at utslippet fra deponiet ikke vil være til hinder for å oppnå målene for vannforekomsten isolert sett.

Tabell 7 Konsentrasjon i utslippsvannet fra Kil renseanlegg, når vi isolert sett ser på hva deponiet bidrar med. Grunnlaget er mengden i Tabell 4. Det er benyttet en fortynningsfaktor på 8, basert på gjennomsnittlig årlig vannmengde gjennom renseanlegget. Enkelte av stoffene er klassifisert iht. Veileder M-608 / 2016.

Parameter	Konsentrasjon i utslippsvannet basert utelukkende på hva deponiet bidrar med [µg/l]
Suspendert stoff	4,406
TOC	13,53
Klorid	38,75
Total-P	0,1681
Total-N	16,11
NH ₄ -N	15,91
Natrium	38,91
KOF	43,94
BOF	3,125
Jern (Fe)	0,5184
Mangan (Mn)	0,2391
Arsen (As)	0,002484
Bly (Pb)	0,00001469
Kadmium (Cd)	0,00000756
Kobber (Cu)	0,0004000
Krom (Cr)	0,003000
Kvikksølv (Hg)	0,00000038
Nikkel (Ni)	0,0054375
Sink (Zn)	0,003475
Olje i vann C10 - C40	0,002500
Acenaften , PAH	0,0001009
Acenaftylen, PAH	0,000001063
Naftalen, PAH	0,00001906
Antracen, PAH	0,000002078
Fenantren, PAH	0,0000614
Fluoranten, PAH	0,000001219
Fluoren, PAH	0,0000731
Pyren, PAH	0,000001484
Sum PAH 16	0,0002625
Benzen	0,00005531
Toluen	0,00001031
Etylbenzen	0,00001469
m, p-Xylen	0,00005063
o-Xylen	0,00001719
Sum BTEX	0,0001438
4-n-propylfenol	0,000003063
Bisfenol-A	0,001441
4-n-Nonylfenol	0,00001313
4-t-Oktylfenol	0,00005844
NP2EO	0,00003125
4-nonylfenol trietyloxylat (blanding av isomere)	0,0002688
m-Kresol	0,00003438
p-Kresol	0,0003313
2,4-Dimetylfenol	0,00002438
3,5-Dimetylfenol	0,00002625
2,4,6-trimetylfenol	0,00001250
2-isopropylfenol	0,0005688
3-tert-butylfenol	0,00001313
C10-Alkyl-bensensulfonat	0,0002875
C11-Alkyl-bensensulfonat	0,0004313
C12-Alkyl-bensensulfonat	0,0002000
C13-Alkyl-bensensulfonat	0,00005125
Tributyltinnkation	0,000000663
PBDE-99	0,00000002000
1,2,4-Triklorbensen	0,000001156
MCP	0,0001056
2,4-DP	0,000003813

Parametere som inngår i vurderingen av kjemisk tilstand for Kilsfjorden, og som er klassifisert som «dårlig» iht. Vann-nett, er vist i Tabell 8. Nikkel og PCB 118 er gradert som hhv. «god» og «ikke klassifisert», og er av den grunn ikke tatt med i tabellen. Alle prøvene er tatt fra bunnsediment.

Tabell 8 Oversikt over parametere som inngår i vurderingen av kjemisk tilstand for Kilsfjorden (vannforekomst ID 0110021101-1-C) og som er klassifisert som «dårlig» iht. Vann-nett. Prøvene er tatt fra bunnsediment. Kilde: Vann-Nett

Parametere	Maksverdi [µg/kg t.v.]	Gjennomsnittsverdi [µg/kg t.v.]
Antracen	1.400,000	177,072
Naftalen	280,000	98,394
Bly	430,000	82,107
Kvikksølv	1,400	0,351
Kadmium	2,900	0,848
Perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) and its derivatives	1,480	0,783
Benzo(g,h,i)perylene	2.900,000	470,837
Indeno(1,2,3-cd)pyren	3.000,000	422,040
Benzo(b)fluoranten	5.900,000	1.293,194
Fluoranten	9.700,000	1.151,760
Benzo(k)fluoranten	4.000,000	474,927
Tributyltinnkation	944,000	73,395

På grunn at man ikke kan fremskaffe sedimentprøver som kan relateres til sigevann isolert, er det forsøkt å beregne mulig påvirkning av sedimentene i Kilsfjorden og som kan relateres til sigevannet. Det er valgt en «worst case» situasjon ved å si at alt av analyserte stoffer i sigevannet (Tabell 4) blir holdt igjen i sedimentene. Dette er naturligvis ikke riktig ettersom renseanlegget vil ha en viss tilbakeholdelse og mye av stoffene vil følge vannstrømmen ut av fjorden og vannforekomsten over tid. Selv om dette ikke nødvendigvis gir et reelt bilde av situasjonen, mener vi det likevel kan gi et bilde av mulig miljøpåvirkning av sedimentene.

For å sette det i perspektiv, er det også beregnet hvor mange år det teoretisk sett vil ta å overstige tilstandsklasse 1 for sediment jf. Veileder M-608 / 2016, dersom de årlige stoffmengdene blir værende i sedimentet og sånn sett akkumulert. Dette er altså forutsatt

at tilførselen av sigevann, er lik hvert år og at alle stoffene fordeler seg jevnt over ¼ av fjorden (vannforekomsten). Andelen ¼ er valgt på bakgrunn av utslippspunktet. Vi antar at det nordlige området ved utslippspunktet og frem til Brattøy vil være mest påvirket. Videre legges det til grunn at stoffene fordeler seg jevnt i det øvre sediment laget på 10 cm.

Inngangsdata for Tabell 9:

- Areal 3,762 km² (1/4 av totalt areal for Kilsfjorden)
- Mektighet 0,1 m
- Egenvekt 1300 kg/m³
- TS i masser 30 %
- Estimert mengde TS 146718 tonn

Beregningen av teoretisk påvirkning på sedimentene, er vist i Tabell 9. Resultatene viser at nikkel vil være det stoffet som vil bruke kortest tid på å overstige grensen for «meget god» (tilstandsklasse 1), og det er beregnet til å ta 6 577 år. Det er langt over forventet levetid for deponier, som vanligvis er 50-100 år. Det er med det grunn til å hevde, at utslippet fra deponiet ikke vil være til hinder for å oppnå målene for vannforekomsten isolert sett.

Tabell 9 Teoretisk påvirkning av sedimentene. Det er sett bort fra parametere med analyseverdier under deteksjonsgrensen. For å illustrere konsentrasjonsnivåene, er det regnet ut hvor mange år det tar før tilstandsklasse 1 overskrides (jf. M-608 / 2016) - gitt at tilførselen av forurensning forblir den samme og at utslippet fordeler seg jevnt over lokasjonen.

Parameter	Snitt årlig mengde [kg/år]	Øvre grense tilstandsklasse 1 [mg/kg TS]	Maksimal konsentrasjon i sedimentene [mg/kg TS]	Antall år før tilstandsklasse 1 overskrides
Suspendert stoff	547		3,73	
TOC	1638		11,17	
Klorid	4692		31,98	
Total-P	20		0,14	
Total-N	1943		13,25	
NH ₄ -N	1918		13,073	
Natrium	4708		32,086	
KOF	5326		36,299	
BOF	387		2,64	
Jern (Fe)	64		0,43	
Mangan (Mn)	29		0,199	
Arsen (As)	0,3	15	0,0021	7283
Bly (Pb)	0,0017	25	0,000012	2103384
Kadmium (Cd)	0,00089	0,2	0,0000061	33042
Kobber (Cu)	0,049	20	0,00034	59348
Krom (Cr)	0,36	60	0,0025	24286
Kvikksølv (Hg)	0,000045	0,05	0,00000031	161710
Nikkel (Ni)	0,67	30	0,0046	6577
Sink (Zn)	0,42	90	0,0029	31138
Olje i vann C10 - C40	0,3		0,0019	
Acenaften, PAH	0,012	2,4	0,000082	29275
Acenaften, PAH	0,00012	1,6	0,00000085	1890997
Naftalen, PAH	0,0023	2	0,000016	128843
Antracen, PAH	0,00025	1,2	0,0000017	717578
Fenantren, PAH	0,0073	6,8	0,0000495	137372
Fluoranten, PAH	0,00015	8	0,00000101	7925696
Fluoren, PAH	0,0086	6,8	0,000059	115536
Pyren, PAH	0,00017	5,2	0,0000012	4413356
Sum PAH 16	0,031	300	0,00021	1413459
Benzen	0,0067		0,000046	
Toluen	0,0012		0,0000084	
Etylbenzen	0,0018		0,000012	
m, p-Xylen	0,0060		0,000041	
o-Xylen	0,0021		0,000014	
Sum BTEX	0,017		0,00012	
4-n-propylfenol	0,00035		0,0000024	
Bisfenol-A	0,18		0,0013	
4-n-Nonylfenol	0,0015		0,0000102	
4-t-Oktylfenol	0,007		0,0000495	
NP2EO	0,0040		0,000027	
4-nonylfenol trietyloxyat (blanding av isomere)	0,0344		0,00023	
m-Kresol	0,0044		0,000030	
p-Kresol	0,042		0,00029	
2,4-Dimetylfenol	0,0031		0,000021	
3,5-Dimetylfenol	0,0034		0,000023	
2,4,6-trimetylfenol	0,0016		0,000011	
2-isopropylfenol	0,073		0,000496	
3-tert-butylfenol	0,0017		0,000011	
C10-Alkyl-bensensulfonat	0,037		0,00025	
C11-Alkyl-bensensulfonat	0,055		0,00038	
C12-Alkyl-bensensulfonat	0,026		0,00017	
C13-Alkyl-bensensulfonat	0,0066		0,000045	
Tributyltinnkation	0,000082		0,00000056	
PBDE-99	0,0000026		0,000000017	
1,2,4-Triklorbensen	0,00014		0,00000097	
MCP	0,013		0,000086	
2,4-DP	0,00043		0,00000296	

Miljøgifter akkumuleres over tid og sigevannet er i utgangspunktet veldig fortynnet. Det er bidrag inn i en terskelfjord over mange år, og sammenliknet med mye annen industri er utslippet fra Nilsbukjerr deponi et lite bidrag sett mot totalen.

I Tabell 10 har vi sammenliknet årlig utslipp til vann fra Nilsbukjerr deponi med Vafos Pulp (markert som Vafos Brug på Figur 2), som har utslipp som ender i samme vannforekomsten som er aktuell her. Utslipp av bly, kadmium, kobber, kvikksølv og sink fra Nilsbukjerr utgjør mindre enn 1 % av utslippsmengdene av de samme stoffene fra Vafos Pulp. Utslipp av arsen, krom og nikkel utgjør hhv. 16, 32 og 35 %.

Tabell 10 Gjennomsnittlig årlig utslipp til vann fra Vafos Pulp og Nilsbukjerr deponi. Data for Vafos Pulp er hentet fra Norske utslipp og data for Nilsbukjerr deponi er hentet fra Tabell 4

Parameter	Vafos Pulp [kg]	Nilsbukjerr deponi [kg]
arsen	1,83	0,3
bly	0,96	0,0017
kadmium	0,19	0,00089
kobber	7,97	0,049
krom	1,12	0,36
kvikksølv	0,0054	0,000045
nikkel	1,93	0,67
sink	102,05	0,42

4. Oppsummering

Sigevannet fra Nilsbukjerr deponi, har generelt lave konsentrasjoner. Det samles opp i et eget sigevannsnett før det ledes til kommunalt avløpsnett med utløp via kommunalt renseanlegg (Kil renseanlegg) til Kilsfjorden.

Risikoen for at metaller og organiske miljøgifter fra sigevannet akkumuleres i slammet ved renseanlegget eller blir transportert ut i sjøen, er vurdert. Det er sett utelukkende på hva bidraget fra deponiet er, og det er således ikke tatt hensyn til hva andre kilder bidrar med.

Påvirkning på slammet er vurdert opp mot grenseverdier for tungmetaller jf.

Gjødselvereforskriften. Av beregningene, fremgår det at alle mengdene faller innunder klasse 1, der nikkel har det største bidraget. Risikoen for at sigevannet alene bidrar til å forringe slammet, i den grad at det ikke kan benyttes til gjødselver, anses med dette grunnlag som lav.

Konsentrasjoner i utslippsvannet, er sett opp mot Veileder M-608 / 2016. Det er lave konsentrasjoner av tungmetaller og PAH-forbindelser tilsvarende tilstandsklasse 0. Teoretisk beregning av påvirkning på sedimentene viser at det er en begrenset mengde som tilføres sedimentene. Med det vurderes risikoen for vesentlig påvirkning av resipienten, Kilsfjorden, som lav.

Miljøgifter akkumuleres over tid og sigevannet er i utgangspunktet veldig fortynnet. Det er bidrag inn i en terskelfjord over mange år, og sammenliknet med annen industri er utslippet fra Nilsbukjerr deponi et mindre bidrag.

Med grunnlag i foreliggende analyseverdier og vannmengdemålinger tyder det på at det er liten risiko for akkumulasjon av metaller og organiske miljøgifter i slammet ved renseanlegget som fører til at slammet ikke kan benyttes som gjødselvarer. Risikoen for vesentlig påvirkning av resipienten, Kilsfjorden, vurderes også som lav.

Kilder

- Norsk Vann, 2020. Veiledning for dimensjonering av avløpsanlegg. Rapportnr. 256/2020.
- Cowi, 2022. Vannovervåking av utslipp til Kilsfjorden fra Vistin Pharma Fikkjebakke, 2021. Dokumentnr. RAP-01-A230631.
- Cowi, 2016. Vannovervåking Kilsfjorden, utslipp fra Vistin Pharma Fikkjebakke.
- Norske utslipp