

FEBRUAR 2019  
ULLENSAKER KOMMUNE

# GRA og KRA - vurdering av kapasiteter og utslippsmengder frem til 2025

FEBRUAR 2019  
ULLENSAKER KOMMUNE

# GRA og KRA - vurdering av kapasiteter og utslippsmengder frem til 2025

OPPDRAGSNR.

A120776

DOKUMENTNR.

VERSJON

Versjon 1

UTGIVELSESDATO

06.02.2019

BESKRIVELSE

Rapport

UTARBEIDET

BRU. OSLI

KONTROLLERT

OSLI, BRU

GODKJENT

# INNHOOLD

1	Innledning	4
2	Tilførsler til Gardermoen og Kløfta renseanlegg 2015-2018	5
3	Prognoser for tilførsler til Gardermoen og Kløfta renseanlegg fram til år 2025	9
3.1	Prognoser for tilførsler til GRA	9
3.2	Prognoser for tilførsler til KRA	11
4	Vurdering av kapasiteten på Gardermoen renseanlegg	12
4.1	Nominell kapasitet for GRA	12
4.2	Tilførsler, utslipp og renseeffekter for GRA i perioden 2015-2018	14
5	Vurdering av kapasiteten på Kløfta renseanlegg	17
5.1	Nominell kapasitet for KRA	17
5.2	Tilførsler, utslipp og renseeffekter for KRA i perioden 2015-2018	18
6	Estimering av renseresultater ved Gardermoen renseanlegg 2019-2025	21
7	Estimering av renseresultater ved Kløfta renseanlegg 2019-2025	23
8	Konklusjoner/diskusjon	25
8.1	Gardermoen renseanlegg	25
8.2	Kløfta renseanlegg	25
9	Referanser	26

# 1 Innledning

Ullensaker kommune (UK) har vedtatt at Kløfta renseanlegg (KRA) skal legges ned og alt avløpsvannet overføres til Gardermoen renseanlegg (GRA). Dette skulle skje samtidig med en utvidelse og oppgradering av GRA til å fjerne minst 98 % totalfosfor (TP).

Det har imidlertid oppstått usikkerhet rundt hvor lenge GRA kan bli på nåværende lokalitet på grunn av AVINOR sine framtidige plassbehov. Som et alternativ til utvidelse og oppgradering av eksisterende GRA kan det derfor bli aktuelt med et helt nytt renseanlegg på en ny lokalitet. Dette har ført til forsinkelser, slik at KRA må være i bruk noe lengre enn opprinnelig planlagt, samtidig som det vil ta lengre tid før GRA får økt kapasitet og en prosess som kan gi mer enn 98 % fjerning av TP.

På grunn av forsinkelsene, og fordi GRA allerede har en høyere tilførsel enn anlegget opprinnelig ble dimensjonert for, har Fylkesmannen bedt om en redegjørelse fra UK om hvilke konsekvenser dette vil få for de forventede utslippene fra GRA og KRA de nærmeste årene. COWI har derfor fått i oppdrag å gjennomføre en vurdering av kapasiteter og utslippsmengder fra GRA og KRA fram til og med år 2025.

## 2 Tilførsler til Gardermoen og Kløfta rensesanlegg 2015-2018

Det er laget et regneark over tilførsler basert på data fra Gurusoft. I dette regnearket er det benyttet analyser fra både interne prøver og eksterne prøver. For GRA er alle interne analyser utført på døgnblandprøver og helgeblandprøver (lørdag-mandag), mens eksterne analyser av total BOF<sub>5</sub> og total KOF er utført på døgnblandprøver og eksterne analyser av total N og total P er utført på ukeblandprøver. For KRA er alle interne analyser utført på ukeblandprøver, mens eksterne analyser av total P er utført på ukeblandprøver og eksterne analyser av total BOF<sub>5</sub>, total KOF og SS er utført på døgnblandprøver.

Tilførslene til Gardermoen og Kløfta rensesanlegg for årene 2015-2018 er vist i henholdsvis tabell 1 og tabell 2. Generelt sett er tilførslene noe større basert på interne prøver enn på eksterne prøver. Siden det er utført betydelig flere analyser av interne prøver enn av eksterne prøver, har vi valgt å bruke resultatene fra de interne prøvene som basis for tilførslene i 2015-2018.

I perioden 2015 til 2017 var det, for alle parametere, en kraftig økning i tilførslene til både GRA og KRA. Fra 2017 til 2018 var det imidlertid en nedgang i tilførslene av total KOF (basert på interne analyser) til både GRA og KRA, samtidig som det var en kraftig økning i tilførsel for de andre parametere. Basert på eksterne analyser var det imidlertid en klar økning i tilførsel av total KOF også fra 2017 til 2018.

Tabell 1. Totale tilførsler til Gardermoen rensesanlegg for årene 2015 til 2018.

Parameter	Interne analyser Inn hovedanlegg				Eksterne analyser Inn hovedanlegg				Interne analyser C-glykol inn for-rensesanlegg			
	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018
Antall dager i drift	365	366	365	365	365	366	365	365	194	195	262	256
<b>Vannmengder:</b>												
Årlig, m <sup>3</sup> /år	3 457 154	3 634 318	3 723 047	3 845 489	3 457 154	3 634 310	3 723 047	3 845 489	86 123	112 535	78 617	106 968
Middel, m <sup>3</sup> /d	9 472	9 930	10 200	10 623	9 472	9 930	10 200	10 623	444	577	300	418
80-persentil, m <sup>3</sup> /d	11 416	10 795	10 926	11 648	11 416	10 795	10 926	11 648	682	947	344	684
Maks., m <sup>3</sup> /d	18 063	17 441	17 452	22 299	18 063	17 441	17 452	22 299	1 283	2 586	601	1 200
<b>Organisk stoff:</b>												
Årlig, kg TKOF/år	2 817 008	3 068 669	3 125 580	2 976 507	2 607 350	2 801 511	2 680 949	3 106 928	138 383	190 691	160 192	231 426
Middel, kg TKOF/d	7 718	8 384	8 563	8 155	7 143	7 654	7 531	8 512	713	983	611	904
80-persentil, kg TKOF/d	9 668	10 093	9 769	9 323	8 731	8 641	8 313	9 689	992	1 102	968	1 000
Maks., kg TKOF/d	13 727	15 584	18 877	14 323	10 181	11 421	10 567	13 590	2 606	8 033	2 037	2 644
Årlig, kg FKOF/år	670 251	788 305	799 066	981 680	---	---	---	---	---	---	---	---
Middel, kg FKOF/d	1 836	2 154	2 189	2 690	---	---	---	---	---	---	---	---
80-persentil, kg FKOF/d	2 276	2 529	2 525	3 034	---	---	---	---	---	---	---	---
Maks., kg FKOF/d	3 688	3 978	3 366	4 562	---	---	---	---	---	---	---	---
Årlig, kg TBOF <sub>5</sub> /år	---	---	---	---	997 912	1 102 299	1 119 419	1 206 532	---	---	---	---
Middel, kg TBOF <sub>5</sub> /d	---	---	---	---	2 734	3 012	3 144	3 306	---	---	---	---
<b>Suspendert stoff:</b>												
Årlig, kg SS/år	1 057 011	1 156 986	1 226 476	1 421 926	---	---	---	---	---	---	---	---
Middel, kg SS/d	2 896	3 161	3 360	3 896	---	---	---	---	---	---	---	---
80-persentil, kg SS/d	3 471	3 637	3 830	4 303	---	---	---	---	---	---	---	---
Maks., kg SS/d	5 329	5 066	7 330	6 751	---	---	---	---	---	---	---	---
<b>Nitrogen:</b>												
Årlig, kg TN/år	230 260	240 021	262 304	289 097	204 181	226 022	234 396	260 137	---	---	---	---
Middel, kg TN/d	631	656	719	792	559	618	658	713	---	---	---	---
80-persentil, kg TN/d	732	723	792	841	625	665	686	772	---	---	---	---
Maks., kg TN/d	1 012	906	1 005	1 302	667	1 007	858	927	---	---	---	---
<b>Fosfor:</b>												
Årlig, kg TP/år	30 065	31 828	33 612	34 643	24 714	27 766	27 785	30 963	---	---	---	---
Middel, kg TP/d	82,4	87,0	92,1	94,9	67,7	75,9	78,0	84,8	---	---	---	---
80-persentil, kg TP/d	99,9	96,6	100,9	101,2	77,1	84,1	82,4	94,1	---	---	---	---
Maks., kg TP/d	150	132	156	147	90,2	98,3	98,7	105,1	---	---	---	---

TKOF = total (ufiltrert) KOF; FKOF = filtrert KOF; TBOF<sub>5</sub> = total (ufiltrert) BOF<sub>5</sub>; TN = totalnitrogen, TP = totalfosfor.

Tabell 2. Totale tilførsler til Kløfta renseanlegg for årene 2015-2018.

Parameter	Interne analyser				Eksterne analyser			
	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018
<b>Vannmengder:</b>								
Årlig, m <sup>3</sup> /år	974 114	838 303	902 350	880 755	974 114	838 303	902 350	880 755
Middel, m <sup>3</sup> /d	2 669	2 290	2 472	2 413	2 669	2 290	2 472	2 413
80-persentil, m <sup>3</sup> /d	3 063	2 612	2 868	2 525	3 063	2 612	2 868	2 525
Maks., m <sup>3</sup> /d	9 719	9 643	8 083	8 352	9 719	9 643	8 083	8 352
<b>Organisk stoff:</b>								
Årlig, kg TKOF/år	432 366	483 107	503 505	410 546	417 281	476 950	459 792	474 650
Middel, kg TKOF/d	1 185	1 320	1 379	1 125	1 143	1 303	1 260	1 300
80-persentil, kg TKOF/d	1 491	1 520	1 557	1 224	1 315	1 543	1 412	1 391
Maks., kg TKOF/d	2 216	2 428	2 193	2 083	1 710	2 312	1 831	2 961
Årlig, kg TBOF <sub>5</sub> /år	---	---	---	---	172 417	188 969	198 273	200 975
Middel, kg TBOF <sub>5</sub> /d	---	---	---	---	472	516	543	551
<b>Suspendert stoff:</b>								
Årlig, kg SS/år	---	---	---	---	221 462	223 314	238 337	230 574
Middel, kg SS/d	---	---	---	---	607	610	653	632
80-persentil, kg SS/d	---	---	---	---	674	673	729	658
Maks., kg SS/d	---	---	---	---	740	822	2 117	1 352
<b>Fosfor:</b>								
Årlig, kg TP/år	5 549	5 631	5 805	5 935	4 660	4 667	5 238	5 243
Middel, kg TP/d	15,2	15,4	15,9	16,3	12,8	12,8	14,4	14,4
80-persentil, kg TP/d	17,1	16,9	17,3	17,6	14,2	13,8	15,2	16,0
Maks., kg TP/d	24,4	20,9	20,8	23,8	18,5	15,5	21,6	20,6

I denne rapporten er tilførsler fra Avinor – Oslo Lufthavn beskrevet som tilførsler fra OSL. Spillvann fra OSL inkluderer også spillvann fra hoteller inne på sentralområdet. De totale tilførslene til hovedanlegget på GRA inkluderer både spillvann og formiatholdig overvann fra OSL. Tabell 3 viser derfor tilførslene av spillvann og formiatvann fra OSL både separat og sammen med tilførslene til GRA. For å finne hvor mye tilførsler det var fra kommunalt avløpsvann, eksklusive flyplassaktiviteter, er formiatvann og spillvann fra OSL trukket fra de totale tilførslene til hovedanlegget på GRA. Glykolholdig overvann (C-glykol) fra OSL føres direkte til for-reanseanlegget på GRA og inngår derfor ikke i de målte tilførslene til hovedanlegget.

Dataene for tilførsler av formiatvann og spillvann fra OSL er hentet fra målinger og analyser stilt til rådighet av Avinor og GRA. Dette ble gjort i forbindelse med to prosjekter om håndtering av vann fra OSL, som ble utført i 2016 og 2017 (COWI, 2016; Rusten og Trandem, 2017).

De eksterne analysene fra KRA viste et forholdstall mellom SS og total KOF på 0,50. Dette forholdstallet er brukt til å beregne tilførslene av SS til KRA basert på de interne analysene av total KOF. Det har ikke blitt målt total N på KRA. Total N er derfor angitt som 12/120-deler av total KOF, i samsvar med de spesifikke tallene i den norske dimensjoneringsveilederen (Norsk Vann, 2009).

Tabell 3. Middelerverdier for tilførsler til GRA og KRA for årene 2015-2018. Tilførslene fra OSL til GRA av spillvann og formiatvann er vist separat, og disse tilførslene er trukket fra de totale tilførslene til GRA, for å finne tilførslene av kommunalt avløpsvann.

Kilde	År	Interne analyser								
		Flow	TKOF		TSS		TN		TP	
		m <sup>3</sup> /år	kg/d	tonn/år	kg/d	tonn/år	kg/d	tonn/år	kg/d	tonn/år
GRA total	2015	3 457 154	7 718	2 817	2 896	1 057	631	230	82,4	30,1
	2016	3 634 318	8 384	3 069	3 161	1 157	656	240	87,0	31,8
	2017	3 723 047	8 563	3 126	3 360	1 226	719	262	92,1	33,6
	2018	3 845 489	8 155	2 977	3 896	1 422	792	289	94,9	34,6
GRA minus OSL spillvann og formiat	2015	2 967 353	6 757	2 466	2 422	884	496	181	68,8	25,1
	2016	3 085 741	7 389	2 704	2 669	977	515	189	72,9	26,7
	2017	2 943 247	7 519	2 744	2 839	1 036	570	208	77,2	28,2
	2018	3 051 621	7 079	2 584	3 355	1 225	638	233	79,5	29,0
KRA	2015	974 114	1 185	432	592	216	118	43	15,2	5,5
	2016	838 303	1 320	483	660	242	132	48	15,4	5,6
	2017	902 350	1 379	504	690	252	138	50	15,9	5,8
	2018	880 755	1 125	411	562	205	112	41	16,3	5,9
OSL spillvann	2015	284 050	744	272	474	173	135	49	13,5	4,9
	2016	296 171	774	283	494	180	141	52	14,1	5,2
	2017	312 800	820	299	522	190	149	54	14,9	5,4
	2018	324 300	850	310	541	197	155	56	15,5	5,6
OSL formiat	2015	205 751	216	79						
	2016	252 406	221	81						
	2017	467 000	225	82						
	2018	469 569	226	82						
OSL C-glykol	2015	107 000	762	278						
	2016	107 000	770	282						
	2017	107 589	801	292						
	2018	108 180	821	300						



### 3 Prognoser for tilførsler til Gardermoen og Kløfta renseanlegg fram til år 2025

#### 3.1 Prognoser for tilførsler til GRA

##### 3.1.1 Prognoser for tilførsler fra OSL

For spillvann, formiatholdig overvann og glykolholdig overvann fra OSL legges til grunn de prognoser som ble utarbeidet i forbindelse med skisseprosjektering av nytt GRA (Rusten og Lidholm, 2017). Disse prognosene viste høy vekst de første 2 årene, og deretter betydelig lavere vekst.

Tabell 4 viser prognoser for midlere tilførsler fra OSL, fordelt på spillvann, formiatholdig overvann og glykolholdig overvann (C-glykol). For formiatholdig og glykolholdig overvann er tilførselen over året fordelt på 365 dager, selv om det er deler av året helt uten tilførsel av formiatholdig og glykolholdig overvann. For vannmengder er det lagt inn en klimafaktor på 0,55 % økning per år.

Tabell 4. Prognoser over midlere tilførsler fra OSL til GRA, fordelt over 365 dager per år.

År	Spillvann fra OSL Midlere døgn						Formiat Midlere døgn		C-glykol Midlere døgn	
	Flow m <sup>3</sup> /d	TKOF kg/d	TBOF <sub>5</sub> kg/d	SS kg/d	TN kg/d	TP kg/d	Flow m <sup>3</sup> /d	TKOF kg/d	Flow m <sup>3</sup> /d	TKOF kg/d
2019	923	883	353	562	161	16,1	1294	227	298	837
2020	958	916	366	583	167	16,7	1307	250	574	860
2021	979	937	375	596	170	17,0	1314	252	577	872
2022	1001	958	383	610	174	17,4	1321	253	580	884
2023	1024	979	392	623	178	17,8	1329	254	584	896
2024	1047	1001	401	637	182	18,2	1336	256	587	909
2025	1071	1024	410	652	186	18,6	1466	261	590	921

Prognoser for dimensjonerende tilførsler fra OSL er vist i tabell 5. For spillvann er det brukt en faktor på 1,5 mellom dimensjonerende døgn (antatt 80-persentil) og midlere døgn for samtlige parametere. For formiatholdig overvann og C-glykol er det brukt dimensjonerende døgnmengder basert på eksisterende og forventede framtidige avtaler mellom GRA og OSL, og det behovet OSL vil ha ut fra antall flyavganger og drenert areal.

Tabell 5. Prognoser over tilførsler fra OSL til GRA i dimensjonerende døgn.

År	Spillvann fra OSL Dimensjonerende døgn						Formiat Dim. døgn		C-glykol Dim. døgn	
	Flow m <sup>3</sup> /d	TKOF kg/d	TBOF <sub>5</sub> kg/d	SS kg/d	TN kg/d	TP kg/d	Flow m <sup>3</sup> /d	TKOF kg/d	Flow m <sup>3</sup> /d	TKOF kg/d
2019	1385	1325	530	843	241	24,1	5000	1000	864	2426
2020	1437	1374	550	875	250	25,0	5000	1000	1296	1941
2021	1469	1405	562	894	255	25,5	5000	1000	1296	1957
2022	1502	1437	575	914	261	26,1	5000	1000	1296	1973
2023	1536	1469	588	935	267	26,7	5000	1000	1728	2654
2024	1570	1502	601	956	273	27,3	5000	1000	1728	2676
2025	1606	1536	614	977	279	27,9	6000	1200	1728	2699

### 3.1.2 Prognoser for samlede tilførsler til GRA

Vi har valgt å bruke tilførslene av kommunalt avløpsvann til GRA i 2018, basert på interne analyser, som utgangspunkt for en prognose fram til og med 2025. Det er videre tatt utgangspunkt i en fast vekst på 1300 personer per år i området til GRA og KRA. Av disse forventes 1100 personer/år å bli tilknyttet GRA.

Som i tidligere prosjekter for GRA har vi valgt å bruke 80-persentilene for tilførslene som utgangspunkt for dimensjonerende verdier. Basert på målte forholdstall mellom 80-persentil tilførsler og midlere tilførsler i 2015 og 2016, har vi for prognosene for det kommunale avløpsvannet brukt et forholdstall på 1,20 for døgnvannmengder og 1,25 for stoffmengder.

Med en kommunal vekst på 1100 innbyggere/år viser tabell 6 prognoser for midlere tilførsler til GRA, inklusive vann fra OSL. Tallene for vannmengder, total KOF og total BOF<sub>5</sub> er også vist uten glykolholdig overvann (C-glykol), som tilføres direkte til forrenseanlegget på GRA. C-glykol inneholder ubetydelige mengder av suspendert stoff, nitrogen og fosfor, slik at tallene for disse stoffene ikke blir påvirket av tilførselen av C-glykol. Prognoser for dimensjonerende tilførsler er vist i tabell 7. Disse inneholder dimensjonerende tilførsler av formiat på 5000-6000 m<sup>3</sup>/d og av C-glykol på opptil 1728 m<sup>3</sup>/d, og det er årsaken til at vannmengdene i tabell 7 er så mye høyere enn i tabell 6.

Tabell 6. *Middelverdier* for prognoser over samlede tilførsler til GRA 2019-2025 med en flat kommunal vekst på 1100 innbyggere per år.

År	Tilførsler til GRA i <u>midlere dogn</u>								
	Inkludert C-glykol						Uten C-glykol		
	Flow m <sup>3</sup> /d	TKOF kg/d	TBOF <sub>5</sub> kg/d	SS kg/d	TN kg/d	TP kg/d	Flow m <sup>3</sup> /d	TKOF kg/d	TBOF <sub>5</sub> kg/d
2019	11 107	9 222	3 689	4 010	816	97,7	10 809	8 385	3 354
2020	11 663	9 497	3 799	4 124	839	100,5	11 089	8 638	3 455
2021	11 926	9 727	3 891	4 230	861	103,1	11 349	8 856	3 542
2022	12 190	9 958	3 983	4 336	882	105,7	11 610	9 074	3 630
2023	12 455	10 190	4 076	4 443	904	108,3	11 871	9 293	3 717
2024	12 720	10 422	4 169	4 550	926	110,9	12 133	9 513	3 805
2025	13 108	10 658	4 263	4 657	947	113,5	12 518	9 736	3 895

Tabell 7. Prognoser over samlede dimensjonerende tilførsler til GRA 2019-2025 med en flat kommunal vekst på 1100 innbyggere per år.

År	Tilførsler til GRA i <u>dimensjonerende dogn</u>								
	Inkludert C-glykol						Uten C-glykol		
	Flow m <sup>3</sup> /d	TKOF kg/d	TBOF <sub>5</sub> kg/d	SS kg/d	TN kg/d	TP kg/d	Flow m <sup>3</sup> /d	TKOF kg/d	TBOF <sub>5</sub> kg/d
2019	17 559	13 845	5 538	5 153	1 060	126,2	16 695	11 418	4 567
2020	18 321	13 654	5 462	5 300	1 091	129,8	17 025	11 713	4 685
2021	18 632	13 946	5 579	5 436	1 119	133,1	17 336	11 989	4 796
2022	18 943	14 240	5 696	5 573	1 146	136,5	17 647	12 266	4 906
2023	19 686	15 197	6 079	5 709	1 174	139,8	17 958	12 544	5 017
2024	19 999	15 498	6 199	5 847	1 202	143,1	18 271	12 822	5 129
2025	21 312	15 999	6 400	5 984	1 231	146,5	19 584	13 301	5 320

## 3.2 Prognoser for tilførsler til KRA

Det er tatt utgangspunkt i tilførslene til KRA i 2018. Prognosene fram til 2025 er så basert på en vekst i Kløfta rensedistrikt på 200 personer per år. Tabell 8 viser prognosen for midlere tilførsel til KRA og tabell 9 viser prognosen for dimensjonerende tilførsel.

Tabell 8. *Middelverdier for prognoser over tilførsler til KRA 2019-2025 med en flat kommunal vekst på 200 innbyggere per år.*

År	Tilførsler til KRA i <u>midlere døgn</u>					
	Flow m <sup>3</sup> /d	TKOF kg/d	TBOF <sub>5</sub> kg/d	SS kg/d	TN kg/d	TP kg/d
2019	2 466	1 150	563	646	115	16,6
2020	2 519	1 174	575	660	117	17,0
2021	2 572	1 199	587	673	120	17,3
2022	2 626	1 224	599	687	122	17,7
2023	2 679	1 249	611	701	125	18,1
2024	2 732	1 273	623	715	127	18,4
2025	2 785	1 298	635	729	130	18,8

Tabell 9. *Prognoser over dimensjonerende tilførsler til KRA 2019-2025 med en flat kommunal vekst på 200 innbyggere per år.*

År	Tilførsler til KRA i <u>dimensjonerende døgn</u>					
	Flow m <sup>3</sup> /d	TKOF kg/d	TBOF <sub>5</sub> kg/d	SS kg/d	TN kg/d	TP kg/d
2019	2 959	1 437	703	807	144	20,8
2020	3 023	1 468	719	824	147	21,2
2021	3 087	1 499	734	842	150	21,7
2022	3 151	1 530	749	859	153	22,1
2023	3 214	1 561	764	877	156	22,6
2024	3 278	1 592	779	894	159	23,0
2025	3 342	1 623	794	911	162	23,5

## 4 Vurdering av kapasiteten på Gardermoen renseanlegg

### 4.1 Nominell kapasitet for GRA

Gardermoen renseanlegg ble satt i drift høsten 1998. Anlegget ble utvidet med et for-rensesanlegg for glykolholdig overvann, som ble tatt i bruk våren 2004. Heretter vil "hovedanlegget" bli brukt om det opprinnelige renseanlegget, og "for-rensesanlegget" vil bli brukt om det separate trinnet for glykolforurenset overvann.

I tillegg til C-glykol blir for-rensesanlegget tilført store mengder forsedimentert avløpsvann fra hovedanlegget. Dette avløpsvannet tilfører næringsstoffer (nitrogen og fosfor). Registreringer i januar og februar 2017 viste at det volummessig (som m<sup>3</sup>/d) ble kjørt inn i for-rensesanlegget ca. 6 ganger mer forsedimentert avløpsvann fra hovedanlegget enn glykolholdig overvann fra OSL. Siden C-glykolen er mye mer konsentrert enn normalt avløpsvann var imidlertid mengden organisk stoff (som kg KOF/d) i det forsedimenterte avløpsvannet bare ca. 30-40 % høyere enn mengden KOF i C-glykol, slik at den totale organiske belastningen på for-rensesanlegget var 2,3 til 2,4 ganger KOF-belastningene fra C-glykolen.

Hovedanlegget og for-rensesanlegget er integrert, og for vurdering av kapasiteter og renseseffekter må de ses samlet. Vi har forutsatt at 80-persentilen for døgntilrenning vil omtrent tilsvare  $Q_{dim}$ , og vi har også tidligere beregnet dimensjonerende kapasiteter for stoffbelastninger (COWI m. fl., 2008; Aquateam og Inter-Consult, 1995). Disse kapasitetene er vist i tabell 10 (Rusten og Lidholm, 2017).

Tabell 10. 80-persentil kapasiteten for vannbehandling i GRA. Kapasiteten for nitrogen i innkommende avløpsvann er avhengig av hvor mye nitrogen man har i rejektivannet fra slambehandlingen.

Parameter	80-persentil kapasitet
Vannmengde (2 flotasjonslinjer i hovedanlegg)	17.200 m <sup>3</sup> /d
Vannmengde (3 flotasjonslinjer i hovedanlegg)	23.520 m <sup>3</sup> /d
Total KOF	12.340 kg/d
Suspendert stoff	~3.500 kg/d
Total N (med 1.865 t TS/år slam til råtnetanker)	724 kg/d
Total N (med 2.485 t TS/år slam til råtnetanker)	684 kg/d
Total N (med 3.110 t TS/år slam til råtnetanker)	644 kg/d
Total N (med 3.730 t TS/år slam til råtnetanker)	604 kg/d

Renseanlegget er bygd fleksibelt, slik at vann fra for-rensesanlegget kan føres direkte til biologisk trinn i hovedanlegget, uten forutgående slamseparasjon. Dette vil være aktuelt dersom det er veldig mye og tynt avløpsvann. Dermed kan man bruke alle de tre linjene i den kjemiske delen til separasjon av slam i hovedanlegget. Ved å forutsette at sandfangene ikke er noen minimumsfaktor betyr det at den hydrauliske kapasiteten for hovedanlegget vil bli på ca.  $Q_{dim} = 980 \text{ m}^3/\text{h}$  (23.520 m<sup>3</sup>/d), begrenset av forsedimenteringen.

Vi har forutsatt at 80-persentilen for døgntilrenning vil være omtrent den samme som  $Q_{dim}$ . Dermed vil GRA ha en 80-persentil kapasitet på 17.200 m<sup>3</sup>/d med bare to

flotasjonslinjer i drift i hovedanlegget, og 23.520 m<sup>3</sup>/d med alle tre flotasjonslinjene brukt i hovedanlegget.

Anlegget er dimensjonert for en belastning på 3.115 kg SS/d. Vanddelen vil tåle en del høyere belastning enn dette, men da vil også slamproduksjonen øke betydelig.

For fosfor er det i prinsippet ingen begrensning på hva anlegget vil tåle. Dimensjonerende mengde ble opprinnelig satt til 96 kg P/d. Den eneste konsekvensen av en høyere belastning vil bli et økt forbruk av fellingskemikalier og økt slamproduksjon.

Med enkle tiltak kan slambehandlingen på GRA få en kapasitet som vist i tabell 11 (Rusten og Lidholm, 2017). Dette vil være mer enn tilstrekkelig for å behandle alt slam fra GRA og KRA til langt forbi 2025.

Tabell 11. Dimensjonerende kapasitet og årsmiddel kapasitet for slambehandling ved GRA. Tabellen viser slammengder før utråtning.

Forutsetninger	Dimensjonerende kapasitet	Årsmiddel kapasitet
Dagens anlegg (med pumpekapasitet økt til 150 m <sup>3</sup> /d)	9.000 kg TS/d	7.500 kg TS/d
Termofil utråtning i to tanker med parallellkjøring	18.000 kg TS/d	15.000 kg TS/d

Fyllingsgraden av K1 biofilmbærere i de forskjellige reaktorene har variert noe over tid og er vist i tabell 12. Anlegget ble opprinnelig dimensjonert for inntil 3.755 m<sup>3</sup> med K1 bærere. Ved oppstart av renseanlegget ble det besluttet å bruke en lavere fyllingsgrad. I mange år har vi forutsatt at fyllingsgraden har vært som beskrevet i en statusrapport fra de tre første driftsårene (Rusten og Paulsrud, 2002), med totalt 3.389 m<sup>3</sup> K1. GRA mener imidlertid (Morten Kjefferud, personlig meddelelse) at det kan ha vært så lite som i underkant av 3.000 m<sup>3</sup> K1 bærere i renseanlegget fra starten av.

Tabell 12. Volum og fyllingsgrader av K1 biofilmbærere i hovedanlegget på GRA.

Reaktor	Vått volum, m <sup>3</sup>	Ved oppstart*		Målt (2016-2017) før etterfylling		Målt etter etterfylling, høsten 2017	
		Fylling, % K1	Volum, m <sup>3</sup> K1	Fylling, % K1	Volum, m <sup>3</sup> K1	Fylling, % K1	Volum, m <sup>3</sup> K1
1	2 x 420	60	504	40	336	50	420
2	2 x 420	60	504	40	336	50	420
3	2 x 695	60	834	50	695	60	834
4	2 x 695	60	834	45	626	60	834
5	2 x 180	42	151	35	126	40	144
6	2 x 375	60	450	30	225	50	375
7	2 x 110	51	112	30	66	50	110
Sum	5790		3389		2410		3137

\*Fra Rusten og Paulsrud (2002).

Målinger av fyllingsgrader i linje 2 i 2016 og linje 1 i 2017 viste at det var totalt bare 2400 m<sup>3</sup> K1 bærere i hovedanlegget. Dette var et mye mindre volum enn forutsatt. Noe av avviket kan skyldes slitasje på finnene på K1 bærerne, slik at biofilmmidiet pakkes noe tettere enn forutsatt, og også at mange av de gamle bærerne har blitt noe flatklemt og dermed tar mindre plass. Renseanlegget har ikke mistet biofilmbærere. I perioden august-oktober 2017 ble renseanlegget etterfylt med 800 m<sup>3</sup> K1, og etter etterfyllingen viste gjennomsnittet av flere målinger fyllingsgrader som vist i tabell 12

og et samlet volum av K1 bærere på ca. 3.140 m<sup>3</sup>. Etter oppfylling med mere biofilmbærere høsten 2017 skal den teoretiske kapasiteten for nitrifisering i hovedanlegget ha økt med ca. 25 %.

## 4.2 Tilførsler, utslipp og renseeffekter for GRA i perioden 2015-2018

Innløps- og utløpskonsentrasjoner, tilførte mengder, utslippsmengder og årlige renseeffekter for GRA er vist i tabell 13. Dataene er fra internanalyser for årene 2015 til og med 2018.

De årlige renseeffektene med hensyn på organisk stoff har hele tiden vært meget bra, med over 95 % fjerning av total KOF (TKOF), enten man inkluderer tilførslene av C-glykol eller ikke i beregningen. Utløpskonsentrasjonene av TKOF har vist en nedadgående tendens, med en middelvei på 34 mg/l og en 80-persentil verdi på 41 mg/l i 2018. Utløpskonsentrasjonen av filtrert KOF (FKOF) har også vært meget lav, med en middelvei på 26 mg/l og en 80-persentil verdi på 31 mg/l i 2018.

For suspendert stoff (SS) har det vært gradvis økte utslipp, med en reduksjon i midlere renseeffekt fra 98,6 % i 2015 til 97,0 % i 2018. Midlere og 80-persentil utløpskonsentrasjoner økte fra henholdsvis 4 mg SS/l og 5 mg SS/l i 2015, til 11 mg SS/l og 14 mg SS/l i 2018. Midlere utslippsmengde økte fra bare 41 kg SS/d i 2015 til 118 kg SS/d i 2018. Selv om resultatene fremdeles er meget bra, tyder dette på at man kan forvente en fortsatt moderat økning i utslippet av SS ved økende belastning.

Tilførslene av totalnitrogen (TN) var i hele perioden høyere enn det rensenanlegget opprinnelig var dimensjonert for (ref. tabell 11), men kravet på 70 % renseeffekt ble oppfylt med god margin i alle år. Etter oppfylling med flere biofilmbærere høsten 2017 har også anlegget en teoretisk nitrogenfjerningskapasitet som nå er ca. 30 % høyere enn den var i 2015 og 2016. Samtidig økte midlere tilførsel av TN med 25 % fra 2015 til 2018. I juni-juli 2017 var den ene nitrogenlinja ute av drift i 6 uker i forbindelse med vedlikehold av siler, og i denne perioden var fjerningen av TN på 65 %. Som årsmiddel ble det for 2017 likevel oppnådd ca. 80 % fjerning av TN, og dette viser at anlegget i praksis kan håndtere høyere nitrogenbelastninger enn i dag. Noen dager med høye konsentrasjoner drar opp gjennomsnittlig utslippskonsentrasjon av NH<sub>4</sub>-N, men en mediankonsentrasjon på bare 0,2 mg NH<sub>4</sub>-N/l og en 80-persentil konsentrasjon på bare 1,5 mg NH<sub>4</sub>-N/l i 2018 viser at anlegget har mer å gå på når det gjelder nitrifiseringskapasitet. Alt dette er selvfølgelig avhengig av at operatørene drifter anlegget optimalt.

Det har vært gradvis avtakende renseeffekter med hensyn på fjerning av totalfosfor (TP). Renseeffekten sank fra 97,2 % i 2015 til 95,6 % i 2018. Noe av årsaken til dette er den gradvis reduserte renseeffekten som ble observert for SS. Midlere utslippskonsentrasjoner økte gradvis fra 0,25 mg TP/l i 2015 til 0,40 mg TP/l i 2018. Midlere utslippsmengde økte fra 2,3 kg TP/d i 2015 til 4,2 kg TP/d i 2018. Resultatene er fremdeles bra, men vi må regne med en fortsatt moderat økning i utløpskonsentrasjoner og utslippsmengder med økende vannmengder og fosfortilførsler.

Tabell 13. Tilførsler, utslipp og renseseffekter for GRA i perioden 2015 – 2018 (internanalyser).

<b>Parameter, GRA</b>		<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
<b>Vannmengder:</b>					
Tilførsel, m <sup>3</sup> /d	Middel	9.472	9.930	10.200	10.623
	Median	9.436	9.651	10.036	9.960
	80-persentil	11.416	10.795	10.926	11.648
	Maks	18.063	17.441	17.452	22.299
<b>Organisk stoff:</b>					
Innløpskons. C-glykol, mg TKOF/l	Middel	2.250	2.200	2.309	3.268
	Median	1.710	2.015	1.725	3.585
	80-persentil	3.997	2.395	3.580	5.525
	Maks	6.310	8.880	8.440	5.875
Innløpskons. GRA, mg TKOF/l	Middel	859	855	854	781
	Median	852	871	820	793
	80-persentil	1.038	1.019	1.010	944
	Maks	1.561	1.570	1.465	1.403
Utløpskons., mg TKOF/l	Middel	40	38	37	34
	Median	40	36	35	32
	80-persentil	44	47	43	41
	Maks	92	101	105	83
Innløpskons. GRA, mg FKOF/l	Middel	205	218	219	258
	Median	206	213	223	264
	80-persentil	246	255	258	295
	Maks	305	431	339	470
Utløpskons., mg FKOF/l	Middel	30	- - -	26	26
	Median	31	- - -	25	24
	80-persentil	34	- - -	30	31
	Maks	50	- - -	68	75
Tilførsel inkl. C-glykol, kg TKOF/d	Middel	8.009	8.925	8.980	8.769
	Median	8.065	8.655	8.746	9.000
	80-persentil	9.789	10.450	10.259	10.088
	Maks	13.727	19.431	19.544	15.377
Tilførsel uten C-glykol, kg TKOF/d	Middel	7.718	8.384	8.563	8.155
	Median	7.883	8.380	8.403	8.220
	80-persentil	9.668	10.093	9.769	9.323
	Maks	13.727	15.584	18.877	14.323
Utslipp, kg TKOF/d	Middel	370	386	380	368
	Median	370	362	346	336
	80-persentil	453	474	452	461
	Maks	845	1.273	1.089	1.065
Midlere renseseffekt, % TKOF (inkl. C-glykol)	Middel	95,4	95,7	95,8	95,8
Midlere renseseffekt, % TKOF (uten C-glykol)	Middel	95,2	95,4	95,6	95,5
<b>Suspendert stoff:</b>					
Innløpskons., mg SS/l	Middel	317	316	333	376
	Median	314	312	335	357
	80-persentil	351	357	381	445
	Maks	433	561	453	633
Utløpskons., mg SS/l	Middel	4	5	9	11
	Median	4	4	8	9
	80-persentil	5	6	14	14
	Maks	38	35	27	53
Tilførsel, kg SS/d	Middel	2.896	3.161	3.360	3.896
	Median	2.945	3.150	3.253	3.828
	80-persentil	3.471	3.637	3.830	4.303
	Maks	5.329	5.066	7.330	6.751
Utslipp, kg SS/d	Middel	41	54	96	118
	Median	36	42	76	102
	80-persentil	52	64	137	140
	Maks	349	316	351	527
Midlere renseseffekt, % SS	Middel	98,6	98,3	97,1	97,0

<b>Parameter, GRA</b>		<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
<b>Nitrogen:</b>					
Innløpskons., mg TN/l	Middel	70	67	72	76
	Median	71	68	71	77
	80-persentil	82	78	79	87
	Maks	105	99	95	132
Utløpskons., mg TN/l	Middel	17	19	14	18
	Median	14	17	13	14
	80-persentil	20	28	17	27
	Maks	58	47	39	51
Tilførsel, kg TN/d	Middel	631	657	719	792
	Median	658	659	716	787
	80-persentil	732	723	792	841
	Maks	1.012	906	1.005	1.302
Utslipp, kg TN/d	Middel	152	184	145	185
	Median	138	158	134	165
	80-persentil	181	272	186	258
	Maks	523	453	404	503
Midlere renseseffekt, % TN	Middel	75,9	72,0	79,8	76,6
Innløpskons., mg NH <sub>4</sub> -N/l	Middel	49	47	51	51
	Median	51	47	51	52
	80-persentil	57	55	56	57
	Maks	70	84	87	64
Utløpskons., mg NH <sub>4</sub> -N/l	Middel	2,4	7,6	2,1	2,9
	Median	0,3	3,3	0,8	0,2
	80-persentil	1,4	15,6	2,5	1,5
	Maks	34	36	21	24
Tilførsel, kg NH <sub>4</sub> -N/d	Middel	441	460	508	521
	Median	465	466	509	519
	80-persentil	500	500	543	558
	Maks	732	771	762	594
Utslipp, kg NH <sub>4</sub> -N/d	Middel	24	73	24	37
	Median	2,3	37	9,0	2,2
	80-persentil	15	140	27	33
	Maks	299	323	249	240
<b>Fosfor:</b>					
Innløpskons., mg TP/l	Middel	9,2	8,9	9,2	9,0
	Median	9,0	8,8	9,1	9,3
	80-persentil	10,6	10,6	10,1	10,4
	Maks	16,2	14,6	16,7	13,9
Utløpskons., mg TP/l	Middel	0,25	0,35	0,37	0,40
	Median	0,22	0,27	0,32	0,32
	80-persentil	0,31	0,42	0,46	0,55
	Maks	1,3	1,6	2,0	1,6
Tilførsel, kg TP/d	Middel	82	87	92	95
	Median	82	86	91	94
	80-persentil	100	97	101	101
	Maks	150	132	156	147
Utslipp, kg TP/d	Middel	2,3	3,6	3,8	4,2
	Median	2,1	2,8	3,3	3,5
	80-persentil	3,0	4,4	5,0	5,6
	Maks	11,9	22,5	21,0	15,8
Midlere renseseffekt, % TP	Middel	97,2	95,9	95,8	95,6



## 5 Vurdering av kapasiteten på Kløfta renseanlegg

### 5.1 Nominell kapasitet for KRA

Eksisterende renseanlegg er i sin nåværende form dimensjonert for 12 000 person-ekvivalenter (pe). Sentrifugen har en avvanningskapasitet på 14 500 kg TS/uke. (Storhaug m.fl., 2014).

Vannbehandlingsdelen på eksisterende renseanlegg består av følgende hovedelementer:

- Innløpspumper: 3 stk., kapasitet på 150 m<sup>3</sup>/h pr. pumpe.
- Rister:
  - Step-screen, 3 mm åpning.
  - Gammel rist. (Når vannstand i kanal foran step-screen blir høyere enn 40 cm, begynner vann å renne gjennom gammel rist.)
- Sandfang: 2 linjer, samlet volum 37,7 m<sup>3</sup>.
- Forsedimentering: 2 linjer, 3,5 m bredde, 13,0 m lengde og 2,6 m vanddyb. Totalt 91 m<sup>2</sup> overflate. Netto 84 m<sup>2</sup> overflate.
- Flokkulering: 2 linjer, 3,5 m bredde, 4,6 m lengde og 2,45 m vanddyb.
- Flotasjonsbasseng: 2 linjer, 3,5 m bredde, 9,5 m lengde og 2,25 m vanddyb. Dispersjonsvannkapasitet på 20 m<sup>3</sup>/h.

Kjemikaliedoseringen styres av vannmengde og ledningsevne. Ca. 1/3 av fellingskjemikaliene doseres etter rist, og ca. 2/3 doseres i hurtigmikser før flokkulering. Det har ikke vært brukt polymer i flokkuleringen.

Eksisterende sandfang har en kapasitet på  $Q_{dim} = 226 \text{ m}^3/\text{h}$ , basert på veilederen for dimensjonering av avløpsrenseanlegg (Norsk Vann, 2009) som angir en hydraulisk oppholdstid på minimum 10 minutter ved  $Q_{dim}$ .

For forsedimentering med vanddyb  $\geq 2,5 \text{ m}$  angir veilederen (Norsk Vann, 2009) dimensjonerende overflatebelastninger på  $2,4 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-h}$  ved  $Q_{dim}$  og  $4,8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-h}$  ved  $Q_{maksdim}$ . Forsedimenteringen har et netto areal på  $84 \text{ m}^2$ , som gir en kapasitet på  $202 \text{ m}^3/\text{h}$  for  $Q_{dim}$  og  $403 \text{ m}^3/\text{h}$  for  $Q_{maksdim}$ .

Med 3 kammer i serie skal flokkuleringsbassengene ha en hydraulisk oppholdstid på minimum 15 minutter ved  $Q_{dim}$ , uten bruk av polymer (Norsk Vann, 2009). Dette gir en  $Q_{dim}$  på  $316 \text{ m}^3/\text{h}$ .

For flotasjonsbassenger angir veilederen (Norsk Vann, 2009) dimensjonerende overflatebelastninger på  $5 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-h}$  ved  $Q_{dim}$  og  $10 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-h}$  ved  $Q_{maksdim}$ . Dette betyr at flotasjonsbassengene bør tåle en  $Q_{dim}$  på ca.  $330 \text{ m}^3/\text{h}$  og en  $Q_{maksdim}$  på ca.  $660 \text{ m}^3/\text{h}$ . Kapasiteten på dispersjonsvannanlegget er imidlertid mye mindre enn anbefalt i retningslinjene og har ifølge disse en  $Q_{maksdim}$  kapasitet på bare  $200 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Så lenge det kun stilles krav til fjerning av fosfor og ingen andre parametere er det bare den hydrauliske kapasiteten som vil bli begrensende faktor for vannbehandlingen ved KRA. Med hensyn på hydraulisk kapasitet er forsedimenteringen og

dispersjonsvannmengden flaskehalsene i eksisterende renseanlegg. Ser vi bort fra dispersjonsvannmengden er det forsedimenteringen som begrenser  $Q_{dim}$  til 202 m<sup>3</sup>/h, så lenge vi bruker tallverdiene i dimensjoneringsveilederen (Norsk Vann, 2009).

## 5.2 Tilførsler, utslipp og renseseffekter for KRA i perioden 2015-2018

Innløps- og utløpskonsentrasjoner, tilførte mengder, utslippsmengder og årlige renseseffekter for KRA er vist i tabell 14. Dataene er fra en blanding av analyser fra interne ukeblandprøver og eksterne døgnblandprøver for årene 2015 til og med 2018. I denne perioden var det en svak reduksjon i både midlere og maksimale døgnvannmengder, og dette tyder på at man har oppnådd en viss reduksjon av mengdene infiltrasjonsvann og overvann som kommer til anlegget.

Tabell 14. Tilførsler, utslipp og renseseffekter for KRA i perioden 2015 – 2018.

<b>Parameter, KRA</b>		<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
<b>Vannmengder:</b>					
Tilførsel, m <sup>3</sup> /d	Middel	2.669	2.290	2.472	2.413
	Median	2.354	2.002	2.211	2.101
	80-persentil	3.063	2.612	2.868	2.525
	Maks	9.719	9.463	8.083	8.352
<b>Organisk stoff, TKOF: (interne ukeblandprøver)</b>					
Innløpskons., mg TKOF/l	Middel	469	612	584	500
	Median	460	633	565	505
	80-persentil	607	762	702	616
	Maks	902	1.314	1.064	799
Utløpskons., mg TKOF/l	Middel	87	108	114	139
	Median	88	103	113	143
	80-persentil	118	132	134	165
	Maks	181	193	237	210
Tilførsel, kg TKOF/d	Middel	1.185	1.320	1.379	1.125
	Median	1.129	1.291	1.328	1.122
	80-persentil	1.491	1.520	1.557	1.224
	Maks	2.216	2.428	2.193	2.083
Utslipp, kg TKOF/d	Middel	222	238	272	320
	Median	220	232	258	308
	80-persentil	281	296	327	364
	Maks	468	386	481	603
Midlere renseseffekt, % TKOF	Middel	81,3	82,0	80,3	71,6
<b>Organisk stoff, BOF<sub>5</sub>: (eksterne døgnblandprøver)</b>					
Innløpskons., mg BOF <sub>5</sub> /l	Middel	206	234	232	246
	Median	200	260	225	270
	80-persentil	260	280	284	304
	Maks	330	310	370	370
Utløpskons., mg BOF <sub>5</sub> /l	Middel	55	63	61	70
	Median	56	59	61	73
	80-persentil	70	77	72	84
	Maks	110	120	80	110
Tilførsel, kg BOF <sub>5</sub> /d	Middel	490	516	543	551
	Median	490	514	554	525
	80-persentil	592	570	612	608
	Maks	726	984	748	1.429
Utslipp, kg BOF <sub>5</sub> /d	Middel	133	138	143	160
	Median	127	129	142	144
	80-persentil	151	161	159	178
	Maks	307	271	202	454

<b>Parameter, KRA</b>		<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
Midlere renseeffekt, % BOF <sub>5</sub>	Middel	72,8	73,2	73,7	70,9
<b>Suspendert stoff: (eksterne døgnblandprøver)</b>					
Innløpskons., mg SS/l	Middel	257	288	274	279
	Median	255	290	235	280
	80-persentil	294	322	334	344
	Maks	350	400	840	590
Utløpskons., mg SS/l	Middel	13	14	21	10
	Median	12	9	11	10
	80-persentil	16	14	22	13
	Maks	24	60	170	19
Tilførsel, kg SS/d	Middel	607	610	653	632
	Median	602	603	565	561
	80-persentil	674	673	729	658
	Maks	740	822	2.117	1.352
Utslipp, kg SS/d	Middel	31	30	51	27
	Median	29	21	28	25
	80-persentil	40	34	55	32
	Maks	74	102	443	109
Midlere renseeffekt, % SS	Middel	94,9	95,2	92,2	95,7
<b>Fosfor: (interne ukeblandprøver)</b>					
Innløpskons., mg TP/l	Middel	5,99	7,10	6,69	7,14
	Median	5,70	7,60	6,80	7,50
	80-persentil	7,50	8,80	7,90	8,52
	Maks	9,90	10,1	9,90	101
Utløpskons., mg TP/l	Middel	0,15	0,19	0,30	0,19
	Median	0,14	0,18	0,26	0,16
	80-persentil	0,19	0,20	0,37	0,24
	Maks	0,29	0,44	0,73	0,73
Tilførsel, kg TP/d	Middel	15,2	15,4	15,9	16,3
	Median	15,2	15,9	15,9	16,5
	80-persentil	17,1	16,9	17,3	17,6
	Maks	24,4	20,9	20,8	23,8
Utslipp, kg TP/d	Middel	0,410	0,444	0,730	0,467
	Median	0,412	0,370	0,592	0,357
	80-persentil	0,563	0,514	0,856	0,664
	Maks	1,14	1,68	1,98	1,52
Midlere renseeffekt, % TP	Middel	97,3	97,1	95,4	97,1

Siden anlegget ikke har biologisk rensetrinn er fjerningene av organisk stoff avhengig av hvor mye partikulært og kolloidalt organisk materiale man kan fjerne ved koagulering og etterfølgende flotasjon. Fjerning av TKOF lå på 80-82 % renseeffekt de første 3 årene, men sank til litt under 72 % renseeffekt i 2018. Det er ingen åpenbare grunner til dette. Midlere og 80-persentil utløpskonsentrasjoner økte fra henholdsvis 87 og 118 mg TKOF/l i 2015, til henholdsvis 139 og 165 mg TKOF/l i 2018. Basert på døgnblandprøver av total BOF<sub>5</sub> (TBOF<sub>5</sub>) var årlige renseeffekter mellom 71 og 74 %. Midlere og 80-persentil utløpskonsentrasjoner økte fra henholdsvis 55 og 70 mg TBOF<sub>5</sub>/l i 2015, til henholdsvis 70 og 84 mg TBOF<sub>5</sub>/l i 2018. I samme periode økte tilførselen av TBOF<sub>5</sub> med 12-13 %.

I 2017 var det et unormalt høyt utslipp av SS og en renseeffekt på bare 92 %. Grunnen til dette var én enkelt utløpsprøve med 170 mg SS/l. Medianverdien dette året var såpass lav som 11 mg SS/l. For de tre andre årene var renseeffekten mellom 95 og 96 % for SS. Midlere og 80-persentil utløpskonsentrasjoner i 2018 var

henholdsvis 10 og 13 mg SS/l. Dette tyder på at man kan forvente lave utslipp av SS også de neste årene.

Utslipet av TP var høyest i 2017, med en renseseffekt på 95,4 % og et midlere utslipp på 0,73 kg TP/d. De tre andre årene var midlere utslipp mellom 0,41 og 0,47 kg TP/d, tilsvarende årlige renseseffekter fra 97,1 til 97,3 %. Midlere utløpskonsentrasjoner var fra 0,15 til 0,19 mg TP/l, med 80-persentil verdier fra 0,19 til 0,24 mg TP/l. Totalt sett viser dette at det har vært meget bra fosforfjerning på KRA.

## 6 Estimering av renseresultater ved Gardermoen renseanlegg 2019-2025

Basert på resultatene i perioden 2015 til 2018, og prognosene for midlere og dimensjonerende tilførsler i perioden 2019 til 2025, har vi estimert forventede utslippsmengder og renses effekter. Disse er vist i tabell 15.

For vannmengder og total KOF er de dimensjonerende tilførslene mye høyere enn de midlere tilførslene. Grunnen til dette er tilførslene av formiatholdig overvann og C-glykol, som kan komme opp i 7.000 til 8.000 m<sup>3</sup>/d i dimensjonerende døgn. Dimensjonerende vannmengder i tabell 15 vil derfor i praksis være omtrent det samme som maksimale vannmengder, siden avtaler mellom GRA og OSL sikrer at man kan redusere tilførslene av formiat og C-glykol i døgn hvor GRA tilføres unormalt store mengder med kommunalt avløpsvann.

Tabell 15. Prognoser for tilførsler til GRA, med tilhørende estimerte midlere utslippsmengder og midlere renses effekter.

Parameter, GRA		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Midlere tilførsel, inklusive C-glykol	Vannmengde, m <sup>3</sup> /d	11.107	11.663	11.926	12.190	12.455	12.720	13.108
	TKOF, kg/d	9.222	9.497	9.727	9.958	10.190	10.422	10.658
	SS, kg/d	4.010	4.124	4.230	4.336	4.443	4.550	4.657
	TN, kg/d	816	839	861	882	904	926	947
	TP, kg/d	98	101	103	106	108	111	114
Dimensjonerende tilførsel, inklusive C-glykol	Vannmengde, m <sup>3</sup> /d	17.559	18.321	18.632	18.943	19.686	19.999	21.312
	TKOF, kg/d	13.845	13.654	13.946	14.240	15.197	15.498	15.999
	SS, kg/d	5.153	5.300	5.436	5.573	5.709	5.847	5.984
	TN, kg/d	1.060	1.091	1.119	1.146	1.174	1.202	1.231
	TP, kg/d	126	130	133	137	140	143	147
Estimert midlere utslipp	TKOF, kg/d	380	400	420	440	460	480	500
	SS, kg/d	120	130	140	150	160	170	180
	TN, kg/d	200	210	220	230	240	250	260
	TP, kg/d	4,5	4,8	5,2	5,6	6,0	6,4	6,8
Estimert midlere renses effekt	TKOF, %	95,9	95,8	95,7	95,6	95,5	95,4	95,3
	SS, %	97,0	96,8	96,7	96,5	96,4	96,3	96,1
	TN, %	75,5	75,0	74,4	73,9	73,5	73,0	72,5
	TP, %	95,4	95,2	95,0	94,7	94,4	94,2	94,0

Ved estimering av framtidige, midlere utslippsmengder og renses effekter er det tatt hensyn til de framtidige belastningene og hva som tidligere er oppnådd med tanke på både midlere, 80-persentil og maksimale utslipp. For utslipp av organisk stoff har vi estimert en gradvis økning i utslipp fra 380 kg TKOF/d (34 mg TKOF/l) i 2019 til 500 kg TKOF/d (38 mg/l) i 2025. Dette tilsvarer en renses effekt på 95,9 % i 2019 og 95,3 % i 2025.

For SS har det vært en gradvis økning i utslipp de siste årene, og vi forventer at denne trenden vil fortsette. Vi har derfor estimert utslippet til 120 kg SS/d (11 mg SS/l) i 2019 og 180 kg SS/d (14 mg SS/l) i 2025, som tilsvarer renses effekter på henholdsvis 97,0 % og 96,1 %.

Kravet til fjerning av nitrogen er 70 % som årsmiddel, og dette har man så langt klart med god margin. I tillegg til renseanleggets kapasitet er fjerningen av nitrogen svært

avhengig av hvor flinke operatørene er til å drifte renseanlegget. Vi forventer at GRA fortsatt vil klare rensekravet for nitrogen, og har estimert en gradvis økning i utslipp fra 200 kg TN/d (18,0 mg TN/l) i 2019 til 260 kg TN/d (19,8 mg TN/l) i 2025. Dette tilsvarer renses effekter på 75,5 % i 2019 og 72,5 % i 2025.

For utslipp av totalfosfor forventer vi en gradvis økning, på samme måte som for utslipp av SS. Vi har estimert framtidig utslippsmengde til 4,5 kg TP/d (0,41 mg TP/l) i 2019 og 6,8 kg TP/d (0,52 mg TP/l) i 2025. Disse utslippene tilsvarer renses effekter på 95,4 % i 2019 og 94,0 % i 2025.

## 7 Estimering av renseresultater ved Kløfta renseanlegg 2019-2025

Basert på resultatene i perioden 2015 til 2018, og prognosene for midlere og dimensjonerende tilførsler i perioden 2019 til 2025, har vi estimert forventede utslippsmengder og renseeffekter. Disse er vist i tabell 16. Ved estimering av framtidige, midlere utslippsmengder og renseeffekter er det tatt hensyn til de framtidige belastningene og hva som tidligere er oppnådd med tanke på både midlere, 80-persentil og maksimale utslipp.

Tabell 16. Prognoser for tilførsler til KRA, med tilhørende estimerte midlere utslippsmengder og midlere renseeffekter.

Parameter, KRA		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Midlere tilførsel	Vannmengde, m <sup>3</sup> /d	2.466	2.519	2.572	2.626	2.679	2.732	2.785
	TKOF, kg/d	1.150	1.174	1.199	1.224	1.249	1.273	1.298
	TBOF <sub>5</sub> , kg/d	563	575	587	599	611	623	635
	SS, kg/d	646	660	673	687	701	715	729
	TP, kg/d	16,6	17,0	17,3	17,7	18,1	18,4	18,8
Dimensjonerende tilførsel	Vannmengde, m <sup>3</sup> /d	2.959	3.023	3.087	3.151	3.214	3.278	3.342
	TKOF, kg/d	1.437	1.468	1.499	1.530	1.561	1.592	1.623
	TBOF <sub>5</sub> , kg/d	703	719	734	749	764	779	794
	SS, kg/d	807	824	842	859	877	894	911
	TP, kg/d	20,8	21,2	21,7	22,1	22,6	23,0	23,5
Estimert midlere utslipp	TKOF, kg/d	270	280	290	300	310	320	330
	TBOF <sub>5</sub> , kg/d	160	165	170	175	180	185	190
	SS, kg/d	30	32	34	36	38	41	45
	TP, kg/d	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,59	0,62
Estimert midlere renseeffekt	TKOF, %	76,5	76,1	75,8	75,5	75,2	74,9	74,6
	TBOF <sub>5</sub> , %	71,6	71,3	71,0	70,8	70,5	70,3	70,1
	SS, %	95,4	95,2	94,9	94,8	94,6	94,3	93,8
	TP, %	97,1	97,1	97,0	96,9	96,9	96,8	96,7

I 2018 var det en kraftig nedgang i renseeffekt for TKOF og en liten nedgang i renseeffekt for TBOF<sub>5</sub>, uten at det finnes noen klare årsaker til dette. Alle SS-analysene viste meget god partikkelfjerning, men disse prøvene dekker bare noen få dager i året mens TKOF-dataene fra ukeblandprøver dekker hele året. For de neste årene har vi derfor estimert renseeffekter for TKOF som er betydelig lavere enn det som ble målt i 2015-2017, men samtidig høyere enn det ble som målt i 2018. Vi har estimert en gradvis økning i utslipp fra 270 kg TKOF/d (109 mg TKOF/l) i 2019 til 330 kg TKOF/d (118 mg/l) i 2025. Dette tilsvarer en renseeffekt på 76,5 % i 2019 og 74,6 % i 2025.

For TBOF<sub>5</sub> har vi forutsatt en svakt nedadgående trend i renseeffekter de neste årene, sammenlignet med hva som ble oppnådd i perioden 2015-2018. Det er estimert en gradvis økning i utslipp fra 160 kg TBOF<sub>5</sub>/d (65 mg/l) i 2019 til 190 kg TBOF<sub>5</sub>/d (68 mg/l) i 2025. Dette tilsvarer en renseeffekt på 71,6 % i 2019 og 70,1 % i 2025.

Med unntak av én prøve i 2017 har det hele tiden vært meget lave konsentrasjoner av SS i utløpet. Vi har forutsatt at det fortsatt vil være lave utslipp av SS, men at utslippene vil øke litt de nærmeste årene og enda litt mer i 2024 og 2025. Grunnen til dette er de økende vannmengdene mot slutten av perioden og begrenset

dispersjonsvannmengde på KRA. Som vist i tabell 16 er det estimert et utslipp på 30 kg SS/d (12 mg SS/l) i 2019 og 45 kg SS/d (16 mg SS/l) i 2025, som tilsvarer renseeffekter på henholdsvis 95,4 % og 93,8 %.

Utslippene av TP var meget lave i 2015, 2016 og 2018. Vi forventer fortsatt lave utslipp de nærmeste årene, men med en noe større økning i utslipp i 2024 og 2025, av samme grunn som nevnt for utslipp av SS. Vi har estimert framtidig utslippsmengde til 0,48 kg TP/d (0,19 mg TP/l) i 2019 og 0,62 kg TP/d (0,22 mg TP/l) i 2025. Disse utslippene tilsvarer renseeffekter på 97,1 % i 2019 og 96,7 % i 2025.



## 8 Konklusjoner/diskusjon

Basert på oppnådde resultater de fire siste årene og prognoser for framtidige belastninger, har COWI gjort en vurdering av hvilke utslippsmengder og renseeffekter man kan forvente ved henholdsvis GRA og KRA i perioden 2019 til 2025.

Generelt sett forventes det at man kan opprettholde tilnærmet nåværende renseeffekter på begge anleggene, men at utslippsmengdene vil øke noe på grunn av økte tilførsler.

### 8.1 Gardermoen renseanlegg

For GRA forventer vi at renseanlegget vil klare nitrogenkravet på 70 % årlig renseeffekt i hele perioden 2019-2025. Videre forventer vi at anlegget også vil klare sekundærrensekravet for organisk stoff med god margin. Samtlige TBOF<sub>5</sub> analyser de siste fire årene har vært  $\leq 11$  mg/l.

På GRA har renseeffekten med hensyn på TP vært mellom 95,6 % og 97,2 % de siste fire årene. Vi forventer en svak nedgang i renseeffekt for TP, men at renseeffekten i hele perioden vil være  $\geq 94,0$  % som årsmiddel. I praksis må man imidlertid ha et krav som er slik at man har en liten margin for uforutsette hendelser, og COWI sitt forslag er derfor at man legger opp til et krav på 93 % fjerning av TP som årsmiddel.

### 8.2 Kløfta renseanlegg

KRA er et mekanisk-kjemisk renseanlegg og har derfor liten kontroll på fjerning av organisk stoff utover det man oppnår ved koagulering av kolloidalt materiale og god partikkelfjerning. Det er primært avløpsvannets sammensetning som vil bli bestemmende for hvor mye organisk stoff som kan fjernes. Ved KRA vil det ikke være mulig å klare sekundærrensekravet for organisk stoff. I perioden 2019 til 2025 forventer vi å fjerne ca. 75 % av TKOF og 70 % av TBOF<sub>5</sub>, men nesten alle utløpsprøvene vil ha en høyere konsentrasjon enn 50 mg TBOF<sub>5</sub>/l og derfor overskride grenseverdien for sekundærrensing.

Vi forventer at KRA vil få en gradvis reduksjon i renseeffekt med hensyn på SS, fra 95,4 % i 2019 til 93,8 % i 2025. Dersom det er ønskelig med et krav til fjerning av SS er COWI sitt forslag at dette settes til en årsmiddelverdi på 30 mg SS/l og en årlig renseeffekt på 92 %.

Med unntak av 2017 har KRA hatt meget høy renseeffekt ( $>97$  %) med hensyn på TP. Vi forventer at renseeffekten fortsatt vil være høy, og normalt  $>96$  %. Slik som KRA har vært drevet de siste årene er det derfor realistisk å klare et krav til fjerning av TP på 95 % årlig renseeffekt.

## 9 Referanser

Aquateam og Inter-Consult (1995) Sentralrenseanlegg Gardermoen – Anbudsgrunnlag for totalentrepriser for prosess/maskin/automasjon. Entreprise 1: Avløpsrensing. Entreprise 2: Slambehandling. Datert 6. november 1995.

COWI (2016) Oslo Lufthavn – Hovedplan vannhåndtering – Gardermoen renseanlegg. Rapport A1032512-184255 AW RA 0400 Rev. B03 22.09.16.

COWI, Aquateam og AquaRosim (2008) Oslo Lufthavn AS Rapport K-43145 Hovedplan Vannhåndtering – Delrapport Gardermoen renseanlegg. Rev. B03 07.05.08.

Norsk Vann (2009) Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg, Norsk Vann Rapport 168 – 2009, 11.03.2009

Rusten B. og Lidholm O. (2017) Skisseprosjekt for utvidelse av Gardermoen renseanlegg – Delprosjekt 1. Aquateam COWI prosjekt A096657-001, 11. september.

Rusten B. og Paulsrud B. (2002) Statusrapport for drift av Gardermoen renseanlegg fra oppstart til 31/12-2001 – Vanddelen. Aquateam rapport 02-031, prosjekt O-99120, 17. juli.

Rusten B. og Trandem J. (2017) ROS-analyse for håndtering av avløpsstrømmer fra Avinor – Oslo Lufthavn og ved Gardermoen renseanlegg. COWI prosjekt A092936, Aquateam COWI rapport 17-006, 16. februar.

Storhaug R., Rusten B., Lidholm O., Paulsrud B., Weideborg M. og Lindholm M. (2014) Hovedstruktur for avløpsrensing i Ullensaker kommune - Vurdering av ulike alternativer. Aquateam COWI Rapport nr. 14-016 versjon 2, 11.07.2014, O-14016