



O-93095

Avløpsløsninger hovedflyplass Gardermoen

2. DELRAPPORT

Dimensjoneringsunderlag og vurdering
av prosessløsninger for rensing av avløp
fra ny hovedflyplass

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: 0-93095	Undernr.:
Løpenr.: 2995	Begr. distrib.: Nei

Hovedkontor Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47) 37 04 30 33 Telefax (47) 37 04 45 13	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	Vestlandsavdelingen Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47) 55 32 56 40 Telefax (47) 55 32 88 33	Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47) 77 68 52 80 Telefax (47) 77 68 05 09
--	---	--	---	--

Rapportens tittel: Avløpsløsninger hovedflyplass Gardermoen 2. Delrapport-Dimensjoneringsunderlag og vurdering av prosessløsninger for rensing av avløp fra ny hovedflyplass	Dato: Trykket: NIVA 1994
	Faggruppe: Miljøteknologi
Forfatter(e): Kristin Mørkved Gunnar Aasgaard Kjersti Dagestad	Geografisk område: Norge
	Antall sider: 18 Opplag: 50

Oppdragsgiver: Oslo Hovedflyplass A/S	Oppdragsg. ref.: Kontrakt nr. 1072
--	---------------------------------------

Ekstrakt:

Avløpsvannet fra en flyplass består av sanitært avløpsvann, industrielt avløpsvann og forurenset overvann. Avløpet fra flyplassen vil inneholde mer organisk stoff (lett nedbrytbart) og mindre næringssalter enn vanlig kommunalt avløpsvann. Sanitært og industrielt avløpsvann vil bli produsert hele året. Enkelte delstrømmer vil være direkte passasjeravhengige, mens andre ikke vil følge de samme variasjonene. Forbruk av avisingskjemikalier og variasjoner i overvannsavrenningen er avhengig av nedbør og temperaturforhold i vintermånedene. Totalavløpet vil anta store variasjoner over året både hydraulisk og forureningsmessig. Avløpets mengde og sammensetning vil til enhver tid domineres av noen delstrømmer.

Ved etablering av et felles renseanlegg med Ullensaker og Nannestad kommuner samt Forsvaret er det forutsatt nitrogenfjerning. Det er to prosessløsninger som peker seg ut: 1) Uten flyplassinternrensing/med glykolgjenvinning anbefales fordenitrifikasjon i aktivslam og 2) Ved flyplasssinternrensing/med redusert glykolgjenvinning anbefales etterdenitrifikasjon i biofilm. Som ledd i en overordnet strategi eller ved valg av etterdenitrifikasjonsanlegg ved kommunalt anlegg, kan biologisk rensing av flyplasssavløpet være aktuelt. Ved intern rensing ved lufthavnen vil sambehandlig av forurenset overvann og sanitært avløpsvann gjøre en biologisk prosess mer robust.

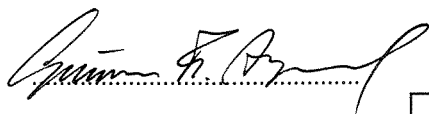
4 emneord, norske

1. Flyplass
2. Avløpsvann
3. Forurenset overvann
4. Nitrogenrensing

4 emneord, engelske

1. Airport
2. Sewage
3. Polluted stormwater
4. Nitrogen removal

Prosjektleder



Gunnar Fr. Aasgaard

For administrasjonen



Merete Johannessen

ISBN 82-577-2442-4

Forord

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har på oppdrag fra Oslo Hovedflyplass A/S vurdert dimensjoneringsunderlag og aktuelle prosessløsninger for rensing av avløpsvannet fra ny hovedflyplass på Gardermoen.

Oppdraget har vært utført i nær tilknytning til et annet oppdrag for Oslo Hovedflyplass A/S og Styringsgruppa for VAR (samarbeid mellom kommunene Ullensaker og Nannestad, Forsvaret og Oslo Hovedflyplass A/S) for å vurdere samlet rensing av avløpsvann i Gardermoen-regionen. Resultatene av dette prosjektet er presentert i NIVA-rapporten "Avløpsløsninger hovedflyplass Gardermoen. 1. Delrapport, Vurdering av prosessløsning for rensing av avløp fra hovedflyplass i kombinasjon med kommunalt avløpsvann i regionen"

Oppdragsgivers representant har vært Johan Steffensen. NIVAs prosjektgruppe har bestått av følgende medarbeidere:

- Kristin Mørkved (prosjektleder til 1. desember 1993)
- Gunnar Fr. Aasgaard (prosjektleder fra 1. desember 1993)
- Kjersti Dagestad

Denne rapporten presenterer hovedkonklusjonene fra arbeidet med å vurdere dimensjoneringsunderlag og prosessløsninger for rensing av avløpsvannet fra den nye hovedflyplassen. Underlaget for konklusjonene er samlet i rapport; "Avløpsløsninger hovedflyplass Gardermoen 1. Delrapport" og i en vedleggsrapport "Dimensjoneringsunderlag og vurdering av prosessløsninger for intern rensing på flyplassen".

NIVA takker oppdragsgiver for godt samarbeid ved gjennomføringen av prosjektet.

Desember 1993

Gunnar Fr. Aasgaard
Norsk institutt for vannforskning

Innhold

Forord	2
Sammendrag	4
1. Innledning	7
2. Dimensjoneringsunderlag	7
2.1 Sanitært og industrielt avløpsvann	7
2.2 Forurenset overvann	9
2.3 Totalt avløpsvann	10
3. Prosessløsninger for rensing av avløpsvannet ved et kommunalt anlegg	12
3.1 Fordenitrifikasjon uten rensing på flyplassen	12
3.2 Etterdenitrifikasjon med rensing på flyplassen	13
4. Prosessløsninger ved intern rensing på flyplassen	14
4.1 Sambehandling av forurenset overvann og andre avløpsstrømmer	14
4.2 Aktuell prosessløsning for intern rensing på flyplassen	14
5. Referanser	16

Sammendrag

Dimensjoneringsgrunnlag

Avløpsvannet fra en flyplass består av *sanitært* avløpsvann (fra kantiner, restauranter/kaféer, venterom etc.), *industrielt* avløpsvann (fra flytoaletter, catering/storkjøkken, verksteder, vedlikeholdsvirksomhet og avløp fra brannøvelser) og forurenset *overvann* (overvann med kjemikalier fra fly- og baneavising).

De ulike delstrømmer varierer med hensyn til type og mengde forurensning. Typisk vil totalavløpet fra flyplassen inneholde mer organisk stoff (lett nedbrytbart) og mindre næringsalter enn vanlig kommunalt avløpsvann. I tillegg vil avløpet inneholde miljøgifter, hovedsakelig olje og tungmetaller.

De ulike forureningskilder er vist skjematisk på figur 1. En kvalitativ fordeling av belastningen fra de ulike delstrømmene er vist i tabell 1. De bakenforliggende vurderinger og tallmateriale er presentert i kapittel 2.

Tabell 1. Kvalitativ fordeling av belastning fra de ulike forureningskildene.

	Vannmengde	Organisk stoff	Fosfor	Nitrogen	Miljøgifter
Sanitært avløpsvann	++	++	++	++	
Industrielt avløpsvann:					
- Flytoaletter		+	+	+	
- Catering	+	+	+	+	
- Verksteder					+
- Vedlikehold			+		+
- Brannøvelser					+
Forurenset overvann	+	+++	+		

Avløpet fra flyplassen antar store variasjoner over året, både hydraulisk og forureningsmessig:

- Sanitært og industrielt avløpsvann vil bli produsert hele året. Enkelte delstrømmer vil være direkte passasjeravhengig, mens andre ikke vil følge trafikkvariasjonene.
- Forbruk av avisingskjemikalier og variasjoner i overvannsavrenningen er avhengig av nedbør og temperaturforhold i vintermånedene. Belastningen i maks. døgn for forurenset overvann er gitt som gjennomsnittlig belastning i maks. vintermåned.

I tabell 2 er den totale, beregnede belastningen fra flyplassen vist for ulike belastningssituasjoner i dimensjonerende år (2010).

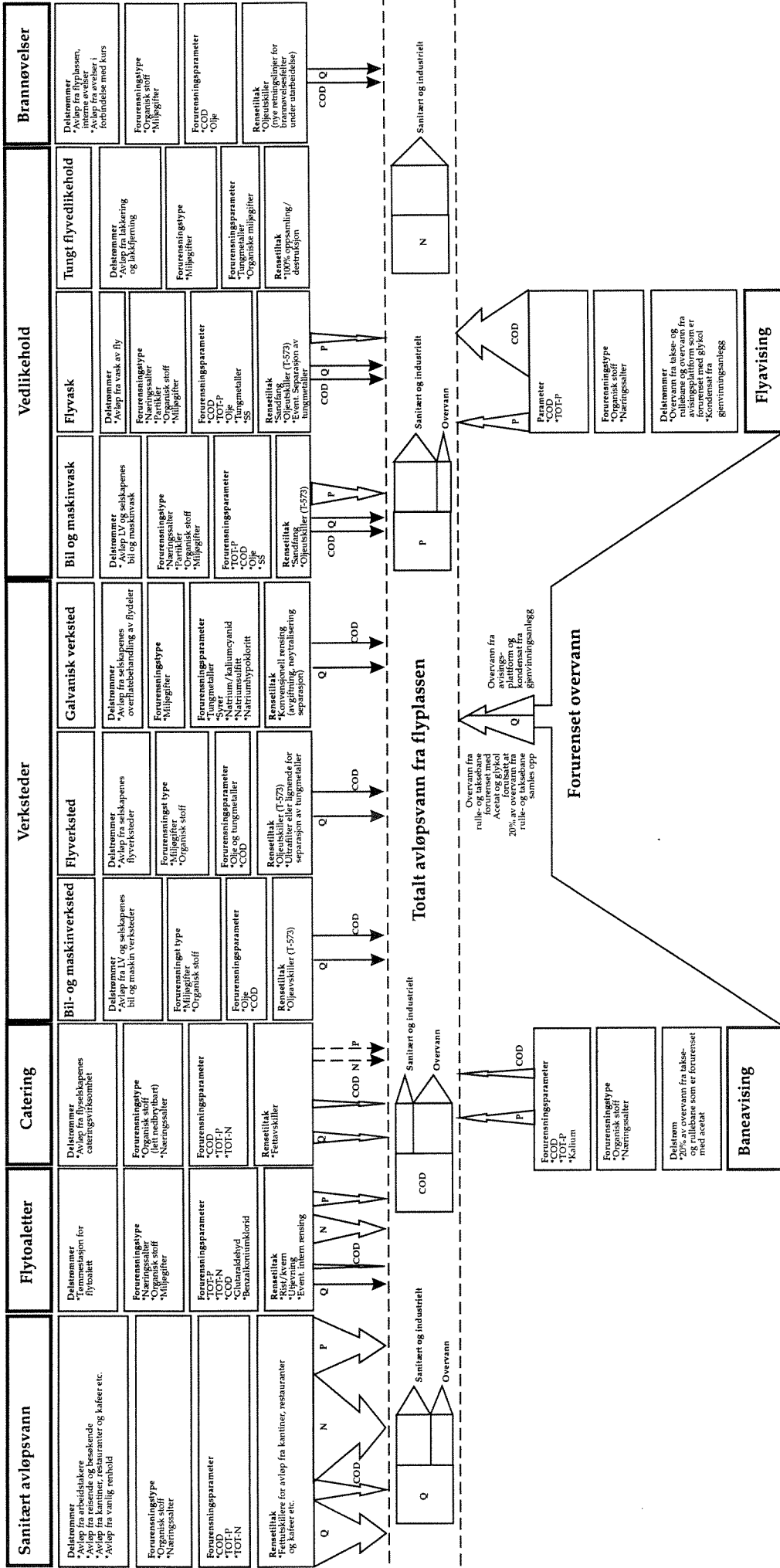
Tabell 2. Beregnet avløp fra Gardermoen i år 2010.

Alternativ ¹⁾	Vannmengde	COD			Tot-N			Tot-P		
	[m ³ /d]	kg/d	mg/l	pe	kg/d	mg/l	pe	kg/d	mg/l	pe
Sommer	1900	1300	670	14000	120	62	9600	25	13	15000
Vinter (30)	3300	7300	2200	78000	110	33	9100	36	11	21000

¹⁾ Sommer ; Gjennomsnittlig belastning for perioden mai - oktober

Vinter (30) ; Gjennomsnittlig belastning i maks. vintermåned

Sanitært og industrielt avløpsvann



Figur 1. Avløpsvann fra Oslo lufthavn - Gardermoen i år 2010 (oktober - mai)

Prosessløsninger for rensing av flyplassavløp i kombinasjon med kommunalt avløp.

Dersom det etableres et felles renseanlegg med Ullensaker og Nannestad kommuner samt Forsvaret, er det forutsatt at fellesanlegget skal omfatte nitrogenfjerning og møte følgende renskrav:

- Fosfor : 95 %
- Nitrogen : 70 %
- Organisk stoff : 95 %

Flyplassavløpet skiller seg vesentlig fra kommunalt avløpsvann både hydraulisk og forurensningsmessig. Forbehandling av flyplassavløpet kan derfor være hensiktsmessig. Både aktivslam- og biofilmprosesser er vurdert med følgende forutsetninger (Mørkved, 1993):

- Med/uten rensing på flyplassen
- Med/uten glykolgjenvinning
- For-/etterdenitrifikasjon

To alternativ peker seg ut som mest realistiske:

- Uten flyplassintern rensing/med glykolgjenvinning:
=> **Fordenitrifikasjon** i aktivslam.
- Med flyplassintern rensing/med redusert glykolgjenvinning:
=> **Etterdenitrifikasjon** i biofilm.

Prosessløsninger ved intern rensing på flyplassen

Intern rensing ved lufthavnen kan være nødvendig ved valg av etterdenitrifikasjon som prosessløsning for nitrogenfjerning ved et felles kommunalt renseanlegg, eller som ledd i en overordnet prosess strategi. Dersom renskravet ved et internt anlegg ved flyplassen kan settes lavere enn forutsatt i hovedplanarbeidet, og begrunnes ut fra en samlet optimalisering av et flyplassinternt renseanlegg og et kommunalt renseanlegg, kan anaerob biologisk prosess være et kostnadseffektivt alternativ.

Dersom det er nødvendig å fjerne mesteparten av det organiske stoffinnholdet før påslipp til kommunalt renseanlegg, vil et høyt belastet aerobt anlegg (aktivslam eller biofilm) være aktuelt. Valg av prosess må gjøres med bakgrunn i tilgjengelig areal, avløpsvannets variasjon og en økonomisk sammenligning. Krav til god driftsstabilitet og grad av driftsoppfølging vil veie tungt.

Ved sambehandling av sanitært avløpsvann og forurenset overvann på flyplassen vil en biologisk prosess p.g.a stor næringssalttilførsel, variert bakteriekultur og høy temperatur bli mer robust og effektiv enn ved separat behandling av delstrømmene. Innløpet til et internt biologisk anlegg vil imidlertid variere sterkt over året, og driften må tilpasses til sommer- og vinterdrift.

1. Innledning

Det er etablert et samarbeid mellom kommunene Ullensaker og Nannestad, Forsvaret og Oslo Hovedflyplass A/S om felles avløpsløsninger i regionen. Vurdering av prosessløsninger for et slikt fellesanlegg er behandlet i et eget prosjekt. Resultatene er presentert i rapporten *"Avløpsløsninger hovedflyplass Gardermoen. 1. Delrapport. Vurdering av prosessløsninger for rensing av avløp fra ny hovedflyplass i kombinasjon med kommunalt avløp"*.

Foreliggende rapport omhandler i hovedsak mengde og sammensetning av de mange delstrømmer som genereres ved en flyplass. Men også behov for eventuell forbehandling av dette flyplassavløpet er vurdert. Sentrale begreper og viktige forutsetninger er beskrevet i kapitlene "Grunnleggende terminologi" og "Forutsetninger" i ovennevnte rapport.

2. Dimensjoneringsunderlag

På en flyplass genereres avløpsvann fra ulike kilder. Vi har valgt å dele det totale avløpsvannet fra flyplassen i tre hovedstrømmer; sanitært avløpsvann, industrielt avløpsvann og forurenset overvann.

- Sanitært avløpsvann er avløpet som i sammensetning kan sammenlignes med vanlig kommunalt avløpsvann og er ved flyplassen definert som avløpsvann produsert fra arbeidstakere, reisende og besøkende, avløp fra kantiner, restauranter, kaféer etc. og avløp fra vanlig renhold.
- Industrielt avløpsvann er definert som avløpet fra øvrige punktkilder, det vil si avløp fra flytoaletter, fra catering/storkjøkken, fra bil-/maskin-, fly- og galvanisk verksted, vedlikeholdsvirksomhet som f.eks. lakkstripping, vask av maskiner, biler og fly samt avløp fra brannøvelser. Dette avløpet vil i sammensetning skille seg fra vanlig kommunalt avløp.
- Forurenset overvann er oppsamlet overvann som er forurenset med kjemikalier fra fly- og baneavising og er karakterisert ved høyt innhold av organisk stoff.

2.1 Sanitært og industrielt avløpsvann

Konklusjonene i denne rapporten baserer seg på et relativt beskjedent datamateriell for det sanitære og industrielle avløpsvannet, og det er ikke samsvar mellom de ulike referanser. Det er derfor usikkerhet knyttet til beregningene, spesielt til den relative fordelingen av vannmengde og forurensning i de ulike delstrømmer. NIVA anbefaler at det gjennomføres et måleprogram ved eksisterende flyplass ved Fornebu før dimensjonering av et eksternt renseanlegg igangsettes, for å verifisere de antagelser som er gjort i denne rapporten. Et eventuelt måleprogram foreslås gjennomført når virksomhetene ved Gardermoen er nærmere bestemt. Dette vil sikre at dataene som fremkommer ved et måleprogram er overførbare.

Beregnet belastning fra det sanitære og industrielle avløpsvannet er vist i tabell 3.

Tabell 3. Belastning fra sanitært og industrielt avløpsvann

Alternativ	Vannmengde	COD			Tot-N			Tot-P		
		l/pass.	pe/pass.	kg/d	pe	pe/pass.	kg/d	pe	pe/pass.	kg/d
HP ¹⁾	55	0.45	1970	20960	0.45	252	20960	0.45 ²⁾	36	24600
NIVA ³⁾	45	0.3	1200	13000	0.20	110	9000	0.30	25	14000
Avvik (HP/NIVA)	0.8	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6

1) Belastning forutsatt i hovedplanarbeidet

2) Tot-P er øket med en faktor på 2/1.7 for å korrigere for at spesifikk belastning for fosfor er endret fra 2 til 1.7 g Tot-P/d

3) Anbefalte verdier basert på foreliggende grunnlagsmaterieell

Det sanitære og industrielle avløpsvannet er redusert i forhold til i hovedplanarbeidet både m.h.t hydraulisk belastning og spesifikk forurensningsproduksjon. Tallene baserer seg hovedsakelig på svært begrensede målinger foretatt ved Arlanda og data fra eksisterende flyplass ved Fornebu. Den spesifikke belastningen av nitrogen og organisk stoff er øket i forhold til gjennomsnittsberegningen ved Arlanda, og er satt til 25 g COD/passasjer, 2.3 g Tot-N/passasjer og 0.5 g Tot-P/passasjer.

Den relative belastningen av nitrogen (0.2 pe) er antatt lavere enn belastningen fra fosfor (0.3 pe) og organisk stoff (0.3 pe) sammenlignet med kommunalt avløp.

Basert på grove antagelser er bidraget fra de ulike delstrømmer omtrent som angitt under. (Jfr. kap. 2.1-2.8 i vedleggrapporten)

- Vannmengde: Fordeling (i %) mellom sanitært avløpsvann, catering og øvrig avløp antas omtrent som 70:15:15. Dette innebærer at enkelte delstrømmer som omfattes av begrepene vedlikehold og verkstedavløp kan utgjøre en større andel enn tidligere antatt (jfr. kap 2.5.3.4 og 2.6.3.4).
- Bidraget av organisk stoff fra sanitært avløp, avløp fra catering, avløp fra flytoaletter og fra øvrige sanitære og industrielle delstrømmer antas å fordele seg (i %) omtrent som 55:20:15:10. Det er visse indikasjoner på at cateringavløpet kan utgjøre en større andel enn antatt (jfr. kap. 2.4.3.1 i vedleggrapporten).
- Fosforbidraget vil fordele seg (i %) omtrent som 50:35:15 for henholdsvis sanitært avløp, avløpsvann fra vedlikehold/verksteder (spesielt vedlikehold) og flytoaletter. Cateringavløpet vil sannsynligvis også inneholde noe fosfor.
- Nitrogen vil hovedsakelig stamme fra sanitært avløpsvann og flytoaletter i forholdet 80:20, men catering vil sannsynligvis også inneholde noe nitrogen.

Det er viktig å påpeke at utslippet fra de enkelte virksomheter ikke alltid vil være representert ved et punktutslipp, men at de vil kunne være fordelt på ulike brukere ved flyplassen. Det sanitære avløpsvannet vil f.eks. være fordelt på reisende, besøkende, arbeidstakere etc. En stor andel av det sanitære avløpsvannet vil imidlertid stamme fra ekspedisjonsbygningen (vi antar at avløpet fra ekspedisjonsområdet kan være ca. 50-60 % av det totale sanitære og industrielle avløpsvannet). Avløp fra catering, flytoaletter og brannøvelser vil sannsynligvis være representert ved et punktutslipp, mens avløpet fra verksteder/vedlikehold vil være fordelt på mange brukere.

2.2 Forurenset overvann

Mengde og sammensetning av forurenset overvann vil være avhengig av trafikktvikling, driftsrutiner og værforhold. Det er knyttet betydelig usikkerhet til disse faktorene.

Belastningen fra flyavising vil øke proporsjonalt med trafikktviklingen, og vil kunne anta store variasjoner avhengig av værforholdene. Belastningen fra flyavising i dimensjonerende år (2010) vil være betydelig.

Tabell 4. Forbruk av glykol (år 2010).

Alternativ ¹⁾	Avrenning	Avisingsperiode	Forbruk	Til gjenvinning	Til rensing fra plattform	Til rensing fra takse- og rullebane	Diffust	Konden-sat	Andel med fly
	[m ³ /d]	[døgn]	[tonn/år]	[tonn/år]	[tonn/år]	[tonn/år]	[tonn/år]	[tonn/år]	[tonn/år]
HP	1198	120	960	612 (65%)	108 (11%)	192 (20%)	48 (5%)	30 (3%)	240 (25%)
Vinter (210)	1198	210	1300	845(65%)	195 (15%)	195 (15%)	65 (5%)	26 (2%)	260 (20%)
Vinter (120)	1198	120	1040	676	156	156	52	20	208

- 1) HP ; Gjennomsnittlig belastning forutsatt i hovedplanarbeidet
 Vinter (210) ; Gjennomsnittlig belastning fra oktober-mai (bidrag fra flyavisingsvæske fordeles over 210 døgn)
 Vinter (120) ; Gjennomsnittlig belastning fra november-mars (80% av avisningsvæske fra fly er fordelt over 120 døgn)

Forbruk av flyavisingsvæske er øket med 35% fra hovedplanarbeidet. Prognosen baserer seg på forbruksstatistikk ved eksisterende flyplasser ved Fornebu og Gardermoen. 80% av forbruket er antatt brukt over en 120 døgn periode. Vinter (120) og HP blir derfor omtrent like store.

Belastningen fra Clearway 1 (kaliumacetatbasert baneavisingskjemikal) vil være mer eller mindre uavhengig av trafikktvikling og påvirkes ikke i like stor grad av værforholdene. Den *relative* belastning av kjemikalier fra baneavising vil derfor avta fra åpningsåret og frem til dimensjonerende år.

Tabell 5. Forbruk av Clearway 1, grad av oppsamling.

Alternativ ¹⁾	Avrenning	Avisingsperiode	Forbruk	Til rensing
	[m ³ /d]	[døgn]	[tonn/år]	[tonn/år]
HP	878	120	400	80 (20%)
Vinter (120)	878	120	961	192 (20%)

- 1) Kfr. tabell 4

Forbruket av Clearway er beregnet ut fra at både takse- og rullebaner skal avises, det vil si et totalt areal på 960650 m². Det er forutsatt at det kun er overvann fra arealer som også er forurenset med glykol som skal ledes til renseanlegg. Det vil si overvannet fra 20% av arealet som avises. De resterende 80% er i hovedplanarbeidet forutsatt infiltrert.

Mengde og variasjon i avrenning fra forurenset overvann samt andel overvann som kan infiltreres er fortsatt usikre størrelser, og belastningen fra denne delstrømmen vil derfor kunne bli endret. Avisingsperioden for fly er satt til 210 døgn (oktober til mai). Størstedelen av forbruket skjer i løpet av perioden november til mars (120 døgn). Basert på forbruket av glykol og Clearway blir belastningen fra forurenset overvann som vist i tabell 6.

Avrenning fra flyavising og baneavising vil sannsynligvis være jevnere fordelt enn hva forbruksvariasjoner for glykol skulle tilsi (lagring i snø etc.). Vinter (210) vil derfor kunne representere gjennomsnittlig belastning i vinterhalvåret.

Tabell 6. Belastning fra forurenset overvann

Alternativ ¹⁾	Avrenning	COD		Tot-P	
	[m ³ /d]	kg/d	pe	kg/d	pe
HP	1198	4875	51862	0	0
Vinter (210)	1200	3700	39000	7	4000
Vinter (120)	1200	4500	48000	10	5700

1) Kfr. tabell 4

2.3 Totalt avløpsvann

Sanitært og industrielt avløpsvann vil bli produsert hele året. Enkelte delstrømmer vil være direkte passasjeravhengig, mens andre ikke vil følge trafikkvariasjonene. De sistnevnte har vi forutsatt fordeler seg jevnt over året, men at forholdet mellom belastningen i maks. døgn og gjennomsnittsdøgn vil være som for passasjeravhengige delstrømmer. Forbruk av avisingskjemikalier og variasjoner i overvannsavrenningen er avhengig av nedbør og temperaturforhold i vintermånedene. Belastningen i maks. døgn for forurenset overvann er gitt som gjennomsnittlig belastning i maks. vintermåned.

De ulike delstrømmer varierer med hensyn til type og mengde forurensning. Typisk vil totalavløpet fra flyplassen inneholde mer organisk stoff (lett nedbrytbart) og mindre næringssalter enn vanlig kommunalt avløpsvann. I tillegg vil avløpet inneholde miljøgifter, hovedsakelig olje og tungmetaller.

Avløpets mengde og/eller sammensetning vil domineres av enkelte delstrømmer. De viktigste kildene til organisk stoff og næringssalter er det sanitære avløp, avløp fra flytoaletter, catering og forurenset overvann. Hydraulisk vil sanitært avløpsvann, avløp fra catering og forurenset overvann dominere. For miljøgifter og olje vil avløpet fra verksteder, vedlikehold og brannøvelse dominere. Vannmengden fra de sistnevnte virksomhetene er hver for seg beskjedne i forhold til det totale sanitære og industrielle avløpet. Dersom avløpet fra de industrielle punktkildene gjennomgår rensing i samsvar med SFTs retningslinjer om utslipp av industrielt avløpsvann til kommunalt nett, forventes ikke virksomhetene å påvirke driften av et eksternt renseanlegg. Det er imidlertid viktig at disse avløpene vies oppmerksomhet i planleggingsfasen og at tilstrekkelige krav blir stilt fra flyplasser til de respektive anleggseierne slik at disse forutsetningene oppfylles. I tabell 7 er den totale belastningen fra flyplassen vist for ulike belastningssituasjoner.

Tabell 7. Antatt avløp fra Gardermoen i år 2010.

Alternativ ¹⁾	Vannmengde	COD			Tot-N			Tot-P		
	[m ³ /d]	kg/d	mg/l	pe	kg/d	mg/l	pe	kg/d	mg/l	pe
HP	3748	6845	1830	72820	252	67	20960	36	10	24600
Årsmiddel	2800	3300	1100	35000	110	40	9000	27	10	16000
Sommer	1900	1300	670	14000	120	62	9600	25	13	15000
Vinter (210)	3200	4800	1490	51000	100	32	8500	29	9	17000
Vinter (120)	3200	5600	1770	59000	100	32	8200	31	10	19000
Vinter (30)	3300	7300	2200	78000	110	33	9100	35	11	21000

- 1) HP ; Gjennomsnittlig belastning forutsatt i hovedplanarbeidet
 Årsmiddel ; Gjennomsnittlig belastning for hele året
 Sommer ; Gjennomsnittlig belastning for perioden mai-oktober
 Vinter (210) ; Gjennomsnittlig belastning fra oktober-mai (bidrag fra avisingsvæske fordeles over 210 døgn)
 Vinter (120) ; Gjennomsnittlig belastning fra november-mars (bidrag fra avisingsvæske fordeles over 120 døgn)
 Vinter (30) ; Gjennomsnittlig belastning i maks. vintermåned

Den gjennomsnittlige belastningen fra flyplassavløpet vil være avhengig av hvilken periode som betraktes. Maks. vintermåned viser at belastningen fra flyplassen kan utgjøre ca 80.000 pe for organisk belastning (94 g COD/pe pr. døgn), 9.000 pe for nitrogen (12 g Tot-N/pe pr. døgn) og 21.000 pe for fosfor (1.7 g Tot-P/pe pr. døgn). Sommeravløpet, eller gjennomsnittlig belastning fra sanitært og industrielt avløpsvann i perioden uten avising, vil forårsake en belastning på det eksterne rensaneanlegget på ca. 13.000 pe for organisk stoff, 15.000 pe for fosfor og 10.000 pe for nitrogen.

Det totale avløpet er, som kommunalt avløpsvann, dominert av komponentene organisk stoff, fosfor og nitrogen. Konsentrasjonene er derimot høyere enn i kommunalt avløpsvann. I vanlig norsk avløpsvann, fra områder med over 50.000 pe, er konsentrasjonen i gjennomsnitt 279 mg COD/liter, 2.8 mg Tot-P/liter og 24.8 mg Tot-N/liter (Ødegaard, 1992). Beregnet konsentrasjon av organisk stoff i flyplassavløpet i maks. vintermåned er ca. 8 ganger høyere enn disse middelverdiene, mens fosfor og nitrogen kan være henholdsvis 4.5 og 2.5 ganger høyere enn middelverdiene.

Avløpet fra flyplassen antar store variasjoner over året, både hydraulisk og forurensningsmessig. Dette skyldes oppsamling av forurenset overvann. Antatt belastning i år 2010 er basert på en rekke forutsetninger og vil kunne endres betydelig, spesielt dersom den forutsatte andel forurenset overvann, som blir infiltrert, reduseres. Dette påvirker først og fremst den hydrauliske belastningen, men den organiske belastningen vil også økes betydelig. Når endelige tall for overflateavrenning og infiltrasjonskapasitet foreligger, må dimensjoneringsgrunnlaget for forurenset overvann revideres.

Beregnet relativ fordeling mellom belastning fra overvann, sanitært og industrielt avløpsvann er vist for de ulike belastningssituasjonene i tabell 8.

Tabell 8. Beregnet relativ fordeling mellom ulike typer avløpsvann i år 2010

Alternativ ¹⁾	Vannmengde (%)		COD (%)		Tot-N (%)		Tot-P (%)	
	Sanitært og industrielt avløpsvann	Forurenset overvann	Sanitært og industrielt avløpsvann	Forurenset overvann	Sanitært og industrielt avløpsvann	Forurenset overvann	Sanitært og industrielt avløpsvann	Forurenset overvann
Vinter (210)	60	40	25	75	100	0	75	25
Vinter (120)	60	40	20	80	100	0	70	30
Vinter (30)	65	35	15	85	100	0	70	30
Årsmiddel	75	25	35	65	100	0	85	15

1) Se fotnoter til tabell 7

3. Prosessløsninger for rensing av avløpsvannet ved et kommunalt anlegg

Teoretisk mulige prosessløsninger for et fellesanlegg som skal håndtere kommunalt avløpsvann i kombinasjon med hele eller deler av avløpet fra ny hovedflyplass er gjennomgått.

Det er forutsatt at fellesanlegget skal omfatte nitrogenfjerning og møte følgende renskrav:

- Fosfor (P) : 95 %
- Nitrogen (N) : 70 %
- Organisk stoff (C) : 95 %

Når renskravene er gitt, vil både forhold på flyplassen og på fellesanlegget påvirke valget av endelig prosesskonfigurasjon. Både aktivslam- og biofilmprosesser er vurdert med følgende forutsetninger (Mørkved, 1993):

- Med/uten rensing på flyplassen
- Med/uten glykolgjenvinning
- For-/etterdenitrifikasjon

To alternativ peker seg ut som mest realistisk:

- Uten flyplassintern rensing/med glykolgjenvinning: **Fordenitrifikasjon** i aktivslam.
- Med flyplassintern rensing/med redusert glykolgjenvinning: **Etterdenitrifikasjon** i biofilm.

3.1 Fordenitrifikasjon uten rensing på flyplassen

Fordenitrifikasjon er basert på utnyttelse av det organiske stoffet i innkommende vann som karbonkilde for denitrifikasjon. Tilførsel av urensset overvann vil vinterstid øke karbon/nitrogen (C/N)-forholdet i totalavløpet og bedre betingelsene for nitrogenfjerning. Om sommeren bortfaller denne effekten, men da er til gjengjeld avløpstemperaturen høyere. Dette vil føre til høyere effektivitet i den biologiske omsetningen. Fordenitrifikasjonsprosessen kan tilpasses disse svingningene ved å øke anoksisk (ikke luftet) sone på bekostning av aerob (luftet) sone om sommeren og motsatt om vinteren.

For å ha en sikkerhet mot mangel på karbon bør det legges opp til et fleksibelt system hvor det er mulig å slippe deler av den konsentrerte glykolen til nettet i stedet for til gjenvinning.

Sammensetningen av det kommunale avløpsvannet er beregnet utifra spesifikke tall (norske erfaringstall for forurensningsproduksjon pr. pe). Det vil være avgjørende for sommerdriften av et fordenitrifikasjonsanlegg at det reelle avløpsvannet ikke viser seg å ha et vesentlig lavere C/N-forhold. Dette bør undersøkes ved gjennomgang av måledata for det kommunale avløpsvannet i regionen. En aktivslamkonfigurasjon antas å være mest realistisk ved fordenitrifikasjon. Fosfor kan fjernes ved simultanfelling og eventuelt etterpolering i filter.

3.2 Etterdenitrifikasjon med rensing på flyplassen

Etterdenitrifikasjonsprosessen er basert på styrt dosering av en konsentrert karbonkilde direkte til denitrifikasjonstrinnet. Ved etterdenitrifikasjon bør innkommende organisk belastning være så lav som mulig for å gi gode betingelser for nitrifikasjon. Rensing av det forurensede overvannet på flyplassen vil derfor være gunstig for fellesanlegget.

En sentral forutsetning for å velge etterdenitrifikasjon er at den konsentrerte glykolen kan utnyttes som karbonkilde. Det er beregnet at karboninnholdet i den konsentrerte glykolen vil overstige behovet for karbonkilde og det synes derfor hensiktsmessig å etablere et gjenvinningsanlegg med redusert kapasitet. Det tynne overvannet vil behandles i flyplassens eget renseanlegg.

Det er ikke klart om det vil være praktisk og økonomisk lønnsomt å lagre tilstrekkelig glykol for helårs bruk. Dette vil avhenge av eventuelle endringer i glykolens egenskaper ved lagring over tid, samt av en kostnadsvurdering hvor følgende momenter må inngå:

- Samlede årskostnader for glykolgjenvinning
- Kostnader for lagring og transport av glykol
- Kostnader for alternativ karbonkilde

Dersom helårsbruk av glykol ikke er mulig, må drift i sommersesongen baseres på en annen kommersielt tilgjengelig karbonkilde, f.eks. metanol. Det må da påregnes redusert renseseffekt pga. tilpasning i overgangsperiodene vår og høst.

Ved etterdenitrifikasjon antas det å være mest realistisk å bygge et biofilmanlegg. Fosfor kan fjernes ved felling før det biologiske rensetrinnet (forfelling).

4. Prosessløsninger ved intern rensing på flyplassen

4.1 Sambehandling av forurenset overvann og andre avløpsstrømmer

Et eventuelt biologisk rensenanlegg på flyplassen vil primært være innrettet på behandling av organisk rikt, men næringsfattig forurenset overvann. Forutsatt at hemming pga. høy konsentrasjon unngås, vil en viktig betingelse for å få til en effektiv biologisk omsetning være at mangelen på næringsstoff og sporstoffer avhjelpes. Dette kan løses ved å også behandle de sanitære- og industrielle avløpsstrømmene fra flyplassen i det internt anlegget. Det vil være store variasjoner i både mengde og konsentrasjon av forurenset overvann. Både hydrauliske og forureningsmessige belastninger må derfor utjevnes før effektiv rensing er mulig.

På tross av belastningsøkningen vil sambehandling innebære flere viktige fordeler knyttet blant annet til den mere varierte sammensetningen på det sanitære og industrielle avløpsvannet. Følgende effekter kan forventes ved sambehandling og vil bidra til å gjøre prosessen mer robust og effektiv:

- * Behovet for nitrogen og fosfor dekkes delvis, men i korte perioder med høy belastning må en forvente at det er behov for ekstern dosering av næringsalter.
- * Behovet for mikronæringsalter (sporstoffer) antas i stor grad å være dekket. Dermed reduseres faren for vekst-/omsetningsbegrensing pga. sporstoff mangel.
- * Differensieringen i innholdet av organisk stoff blir større og muliggjør derved oppbygging av en bedre sammensatt kultur av mikroorganismer som kan gi en mer effektiv omsetning og bedre sedimenteringsegenskaper for slammet..
- * Temperaturøkningen i samlet avløpsvann gir bedre betingelser for biologisk omsetning. Det øvrige avløpsvannet fra flyplassen forventes å holde en klart høyere temperatur enn overvannet som vil være sterkt dominert av smeltevann.

4.2 Aktuell prosessløsning for intern rensing på flyplassen

Biologisk rensing er basert på prosesser hvor mikroorganismer (f.eks. bakterier) omdanner forureningskomponenter (f.eks. organisk stoff, nitrogen) til sluttprodukter (f.eks. nye celler, vann, karbondioksid). Blant de biologiske rensesprosesser kan vi hovedsakelig skille mellom 1) aerobe biologiske prosesser og 2) anaerobe biologiske prosesser.

Ved å styre omgivelsesbetingelsene i rensenanlegget forsøker man å legge forholdene til rette for framvekst av de ønskede organismer. Avhengig av hvordan mikroorganismene vokser i anlegget skiller vi mellom de to hovedgruppene aktivslam- og biofilmprosesser. Disse to reaktorutformingene benyttes både i aerob og anaerob rensing.

Generelle fordeler og ulemper for aktivslam pga. biofilmprosessen er:

Aktivslamanlegg kan med fordel utnyttes integrert i utjevningssassenger. Ved Gardermoen hvor avløpsvannet trolig må utjevnes i stor grad, vil dette være et alternativ.

Biofilmanlegg krever mindre areal og volum enn aktivslamanlegg, men driften kan være noe mer komplisert i biofilmprosesser sammenlignet med aktiv slamanlegg. Biofilmanlegg (tradisjonelle og dykkere) egner seg best for høybelastede avløpsstrømmer (f.eks. høykonsentrert næringsmiddelavløp før påslipp til kommunalt nett).

I prinsippet kan alle prosess alternativer være aktuelle ved hovedflyplassen, men avhengig av renskrav, disponibelt areal og sammensetning og variasjon i avløpsvannet vil noen alternativer være mer kostnadseffektive enn andre.

Valg av aerob eller anaerob prosess er først og fremst avhengig av krav om rensgrad og avløpsvannets sammensetning. Dersom krav til organisk stoffjerning settes høyt (f.eks som forutsatt i hovedplanarbeidet), vil et høyt belastet arobt rensanlegg være bedre egnet enn et ett-trinns anaerobt anlegg. Dersom renskravet ved det interne rensanlegget settes lavere enn forutsatt i hovedplanarbeidet ut fra en kostnadsoptimalisering av et internt rensanlegg og et felles rensanlegg, vil anaerobe prosesser kunne være konkurransedyktige. Anaerobe anlegg vil i tillegg redusere slamproduksjonen. Redusert mengde mikroorganismer reduserer også kostnader i forbindelse med ekstern dosering av fosfor og nitrogen. Effektforkretket reduseres ved bruk av anaerobe prosesser.

Aktivslamanlegg og biofilmanlegg kan begge oppfylle de samme renskrav, og valg av anleggskonfigurasjon (aktivslam eller biofilm) vil først og fremst være avhengig av arealtilgang og investering/ driftskostnader for de ulike prosessalternativene. Kostnader for investering og drift vil igjen være bestemt av det gitte renskravet og sammensetning og variasjon i avløpet.

Med hensyn til avløpsvannets mengde og sammensetning ved den nye hovedflyplassen er det ingen ting som tyder på at biofilmanlegg er mer fordelaktig enn aktivslamanlegg eller vis a versa. Endelig valg av prosess ved et eventuelt biologisk rensanlegg må gjøres ut fra pilottesting.

Innløpet til et internt rensanlegg vil variere sterkt over året, og driften må tilpasses deretter. Anleggsmessige og driftstekniske årsaker tilsier at det vil være sannsynlig med en fordeling av det totale reaktorvolum på flere tanker i serie.

5. Referanser

Det er i denne sammendragsrapporten kun i begrenset grad henvist til referanser. Oversikten under lister imidlertid opp samtlige kilder som er benyttet i prosjektet, og som det henvises til i vedleggsrapporten.

ANØ (1993): Hovedflyplass Gardermoen, Kost-/nyttevurdering for 3 alternativer for ekstern rensing av avløpsvann fra befolkning, flyplassvirksomhet og forsvarrets anlegg i Ullensaker, ANØ-rapport Nr. 53/93.

Aviaplan A/S (1991): Hovedflyplass Gardermoen. Utslipp tekniske anlegg. Rapport nr. 713. Luftfartsverket.

Aviaplan A/S (1991): Hovedflyplass Gardermoen. Avløpsanlegg. Rapport nr. 708. Luftfartsverket.

Bakke, S. et al. (1992): Undersøkelse av sanitærvæsker. Virkning på renseprosesser og slamkvalitet, Aquateam AS. TA-864/1992, 92:24. SFT-rapport, ISBN 82-7655-052-5.

Bjerke, O. (1993): Personlig meddelelse om vannforbruk og data fra målestasjoner for forurensning ved Oslo Lufthavn, Fornebu (telefax av 29.07.93 og 08.10.93)

BP Chemicals (1991): Personlig meddelelse om innhold av forurensning i kaliumacetat.

Brefjell O. (1993): Personlig meddelelse om forbruk av baneavisingkjemikal ved Oslo lufthavn, Gardermoen

Damhaug, H., Trandem, J: Oslo Lufthavn, Fornebu. Søknad om endret konsesjon for utslipp av flyavisingsvæske for perioden 1992/1993 - 1999/2000. Taugbøl & Øverland, Luftfartsverket.

Damhaug, H. (1991): Personlig meddelelse om maks. forbruk av avisingsvæske ved Fornebu Oslo lufthavn.

Damhaug, H., Trandem, J. (1993): Oslo Lufthavn Fornebu; Oppsamling og behandling av flyavisingsvæske, målerapport for 1992-1993. Taugbøl & Øverland. Luftfartsverket/Oslo Lufthavn Fornebu - Lufthavn forvaltningen.

Efraimsen, H., Laake, M. (1992): Biodegradation of the de-icing fluids Kilfrost DF and Clearway 1 in a soil profile. NIVA-report O-91114, Luftfartsverket.

Falk, F. (1993): Personlig meddelelse om forbruk av fly- og baneavisingkjemikalier ved Oslo Lufthavn, Gardermoen (brev av 27.07.93)

Finske Luftfartsverket (1993): Nordisk banavising- og vattenvårdkonferens. Tusby, Finland, 1.-2.9.92, Møtesrapport.

From, O.,J.(1989): Forurensninger og avløpsmengder på Hurumflyplassen, Notat av 27.04.1989.

Galston I. (1993): Personlig meddelelse angående avløp fra SAS Catering (telefax av 29.11.93).

Granlund, F. (1993): Personlig meddelelse om omfang av ekstern brannøvelsesvirksomhet ved Oslo lufthavn, Gardermoen.

- Helgesen, W. (1989): Vannforurensning, Luftfartsverket; Seminar om forurensninger fra lufthavner, Fornebu 19.09.89, s. 32-33.
- Helgesen, W. (1992): Personlig meddelelse om forbruk av baneavisingsskemikalie.
- Hjetland, O. (1993): Personlig meddelelse om størrelse på oppstilling - takse- og rullebane.
- Holtan, H., Åstebøl, S.O. (1990): Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til vassdrag og fjorder. Revidert utgave. NIVA/JORDFORSK-rapport O-89043/892301 ISBN 82-577-1818-1.
- Knudsen, I.H., Olsen, R. (1989): Hovedplan for avløpsanlegg, Hurum prosjektet, Luftfartsverket internnr. 11119/A4902.
- Källqvist, T. (1992): Toxicity tests of de-icing fluids, NIVA-rapport O-91047.
- Luftfartsverket (1991): Gardermoen som hovedflyplass, Luftfartsverkets hovedrapport vedlegg - teknisk beskrivelse flyplass.
- Luftfartsverket (1991): Hovedflyplass Gardermoen, dimensjonerende trafikk tall, Internt notat; fp/cb/ 1.11.91
- Luftfartsverket (1987-92): Luftfartsstatistikk.
- Luftfartsverket, Stockholm-Arlanda flygplats (1993): Miljørapport 1992.
- Meteorologisk institutt (1993): Nedbørstatistikk Fornebu og Gardermoen 1989-1993.
- Miljøverndepartementet (1983): Forskrifter om utslipp av oljeholdig avløpsvann og om bruk og merking av vaske- og avfettingsmidler, T-573, ISBN 82-7243-057-6.
- Mørkved, K., Laake M., Aasgaard, G., (1992): Biologisk rensing av avisingsvæske, O-92036, NIVA Løpenr. 2737, ISBN 82-577-2109-3
- Mørkved, K. (1993): Avløpsløsninger hovedflyplass Gardermoen 1 delrapport; Vurdering av prosessløsninger for rensing av avløp fra hovedflyplassen i kombinasjon med kommunal avløpsvann i regionen, NIVA rapport O-93095, ISBN 82-577-2382-7
- Nertun N. (1993): Personlig meddelelse om SAS sin tekniske virksomhet ved Fornebu (brev av 27.07.93).
- Nicholls, M. (1990): Flyplassavrenning, Avrenning fra Gardermoen Lufthavn- sivil del- vinteren 1989/90. ANØ-rapport nr. 59/90, Luftfartsverket/Hovedadministrasjon.
- SAS Service Partner (1993): Spildevandsmåling-Flykøkken, brev av 10.12.93 og notat av 27.06.93.
- SFT (1989): Tilførsel av industriavløp til kommunalt nett. Veiledning, TA-679.
- Stene-Johansen, S., Damhaug, H. (1991): Glykolavrenning ved lufthavnene.-vurdering av resipienter og behov for reparerende - forebyggende tiltak - Fase 1, NIVA O-90219/Taugbøl & Øverland O/151340, Luftfartsverket/Hovedadministrasjonen.

- Sundby, P. (1993): Personlig meddelelse angående målestasjoner for forurensninger og data fra vannmengdemålere ved Oslo Lufthavn - Fornebu (Telefax av 25.10.93 og notat av 29.06.93).
- Taugbøl & Øverland (1992): Glykolavrenning ved lufthavnene - Fase 2. - Vurdering av alternative tekniske løsninger, Luftfartsverket/Hovedadministrasjonen.
- Taugbøl & Øverland (1992): Oslo Lufthavn - Fornebu; Oppsamling og behandling av flyavisingsvæske, målerapport for 1991-1992. Luftfartsverket/Oslo Lufthavn Fornebu Lufthavnforvaltningen.
- Vikstrøm, P. (1992): Årsrapport av dagvattenutslipp och Kemikalieanvänding vid Stockholm-Arlanda flygplats, Oktober 1991-September 1992, Luftfartsverket Stockholm-Arlanda flygplats.
- Silvani Antincendi (1992): Polifilm-Silvani, A.F.F.F. (Aqueous Film Forming Foam).
- Ødegaard, H. (1992): Fjerning av næringsstoffer ved rensing av avløpsvann, ISBN 82-1109-5

NIVA 

Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2442-4