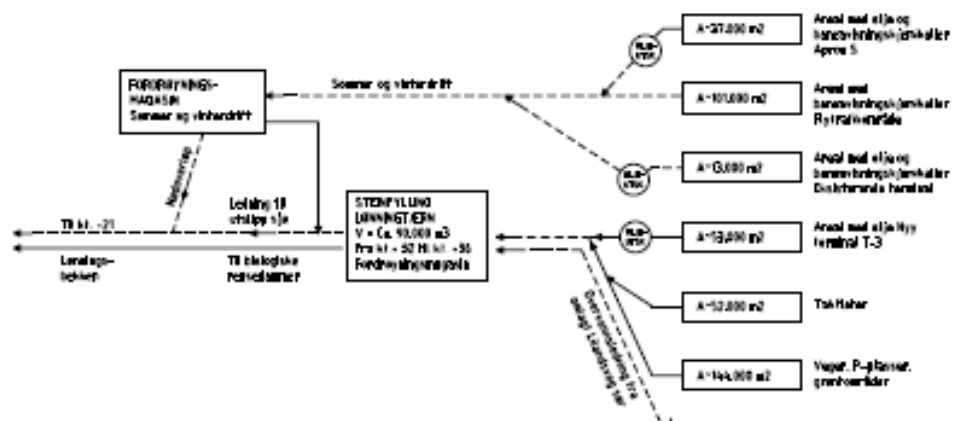




BERGEN LUFTHAVN FLESLAND

VA-RAMMEPLAN, DEL II



TERMINALOMRÅDE SØR

Avrenning til Lønningsbekken

Prinsipplan for overvannshåndtering

Rev. 01
Mars 2012

Tittel: Terminalområde sør - Avrenning til Lønningsbekken Prinsipplan for overvannshåndtering					
Oppdragsgiver:  Avinor AS			Rådgiver:  Norconsult AS Vestfjordgaten 4, 1338 Sandvika Telefon: 67 57 10 00 Telefax: 67 54 45 76 E-post: firmapost@norconsult.no www.norconsult.no Foretaksreg.: NO 962392687 MVA		
Oppdragsgivers kontaktperson: Øyvind Rye			Oppdragsleder: Ragne Rommetveit / Geir Johan Westerlund		
Oppdragsnr.:	Dokumentnr.:		Utarbeidet av: Sign.:		
5008543	R003 – Plan Overvann		Trond Sekse		
Revisjon:	Dato:		Fagkontrollert av: Sign.:		
	29.mars 2012		Trond H. Hanssen		
Antall sider og bilag			Godkjent av: Sign.:		
23 sider, 10 vedlegg			Geir Johan Westerlund		
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
01	29.03.2012	Endrede løsninger	thh	ts	gju

SAMMENDRAG

Bergen Lufthavn Flesland er under stadig utvikling og det er utarbeidet en masterplan som deler utbyggingstakten inn i tre perioder :

- 1) Fase 0, - 2009 (utbygging ferdigstilt i 2012)
- 2) Fase 1 og 2, 2012 – ca. 2023 (utbygging under planlegging/delvis oppstartet/utført)
- 3) Fase 3, 2024 - 2050 (langsiktige planer som vist på masterplanen)

Masterplanen er imidlertid et levende dokument og det kan bli gjort endringer som igjen endrer utbyggingstakten. Fase 1 er imidlertid bestemt utbygget, mens fase 2 avventes noe.

I fase 1 tilrettelegges for 6,5 mill. passasjerer og i fase 2 for ytterligere 3,5 mill., til sammen ved full utbygging 10 mill. passasjerer.

Utbygging av første fase ønskes startet høsten 2012 og andre fase trolig etter 2020.

VA-rammeplanen tar for seg vann- og avløpsledninger i første og andre fase, mens plan for overvannshåndteringen gjelder full utbygging.

Planene er i eget møte framlagt for VA-etaten i Bergen kommune, som bifaller de foreliggende planene.

I forbindelse med delreguleringsplan for Bergen Lufthavn Flesland er det utarbeidet en VA-rammeplan (mars 2011). Overvannsproblematikken er komplisert og det ble derfor forutsatt i VA-rammeplanen at det skulle utarbeides en egen plan for overvannshåndtering for området sør for terminalen, dvs. for arealer med avrenning til Lønningsbekken.

Mer detaljert plan er nå utarbeidet og er beskrevet i det etterfølgende.

Løsningene som er valgt er på et overordnet plan og vil bli detaljert i forbindelse med detaljprosjektering og byggeplaner som vil bli utarbeidet etter vedtatt reguleringsplan.

VA-rammeplanen er gjeldene for fase 1 og fase 2, men ikke for fase 3 som ligger langt fram i tid.

Denne prinsipplanen for overvannshåndtering baseres i hovedsak på grunnlag/opplysninger fra rammeplanen, og tar for seg hvordan avrenning fra ulike areal typer i sørlig del av terminalområdet skal håndteres før videreføring og utslipp i Lønningsbekken.

Oppsummering

Overvannshåndteringen på Flesland er komplisert og tar for seg ulike fraksjoner avrenning fra området kalt «Terminalområde Sør». Arealene er inndelt i takflater (rent overvann), avrenning fra veier/P-plasser/grøntareal, avrenning fra banearealer (avising i vinterseong) og banearealer/flyoppstillingsplasser med risiko for spill av olje/drivstoff. Avrenning fra disse arealene føres mot Lønningvassdraget. Deler av avrenningen fra omlagt fylkesvei i fase 1 og 2 må føres nordover til eksisterende vassdrag mot Skjenavatnet/Langevatnet. Vegens lengdeprofil gjør det ikke mulig å føre alt overvannet sørover.

Avrenning fra de ulike arealene skal gjennomgå ulik behandling (fordrøyning og rensing) før tilførsel til Lønningsbekken. I denne planen er beregnet nødvendige fordrøyningsvolumer og prinsipper/detaljer for rensing av formiatholdig avrenning.

Flomvei for overvann sør for eksisterende terminal er Lønningsbekken og det er foretatt beregninger av maksimal kapasitet i bekkeløpet, uten flom i vassdraget. Avinor har selv vært i kontakt med NVE som iflg. Avinor ser positivt NVE på planene. Enkelte detaljer ifm. opprusting av vassdraget må avventes og ivaretas ifm. planlegging/detaljprosjektering av terminalområdet.

Det vil bli utarbeidet egen søknad til NVE for de beskrevne tiltakene.

Som prinsipp skal overvannet renses der forurensninger oppstår og resipienter skal så langt mulig ikke påvirkes av utbyggingen, både med hensyn til vannkvalitet og vannmengder.

Avinor har utslippstillatelse (sept. 2011) fra Fylkesmannen i Hordaland og planene er framlagt og diskutert med Fylkesmannen. Bekreftelse på at planene for overvannshåndtering dekkes inn av tillatelsen er gitt.

Endelig valg av detaljer/løsninger og dimensjonering av de ulike overvannsanlegg må gjøres når utbyggingen og utforming av området er nærmere definert. Det gjennomføres hydraulisk simulering (modellering) av overvannsanleggene som grunnlag for endelig dimensjonering.

INNHALDSFORTEGNELSE

1	INNLEDNING	6
2	GRUNNLAGSMATERIALE	7
3	UTBYGGINGSOMFANG OG KONSEKVENSER	8
3.1	Utbyggingsfaser med hensyn til overvann.....	8
3.2	Endrede avrenningsforhold.....	10
3.3	Arealtyper og vannkvaliteter	10
4	RESIPIENTER	12
5	OVERVANNSHÅNDTERING	14
5.1	Målsetting for overvannshåndtering	14
5.2	Dimensjoneringsforutsetninger.....	14
5.3	Fordrøyningsløsninger	16
5.4	Flomveier.....	16
5.5	Beskrivelse av overvannshåndtering for ulike arealtyper	16
5.5.1	<i>Baneområde</i>	<i>16</i>
5.5.2	<i>Område med mulig spill av olje/drivstoff.....</i>	<i>17</i>
5.5.3	<i>Takflater.....</i>	<i>18</i>
5.5.4	<i>Veganlegg/parkeringsplasser.....</i>	<i>20</i>
5.5.5	<i>Snødeponi.....</i>	<i>20</i>
5.5.6	<i>Oppsummering fordrøyningsvolum.....</i>	<i>21</i>
6	ORIENTERING OM FORURENSEDE MASSER	23

VEDLEGG

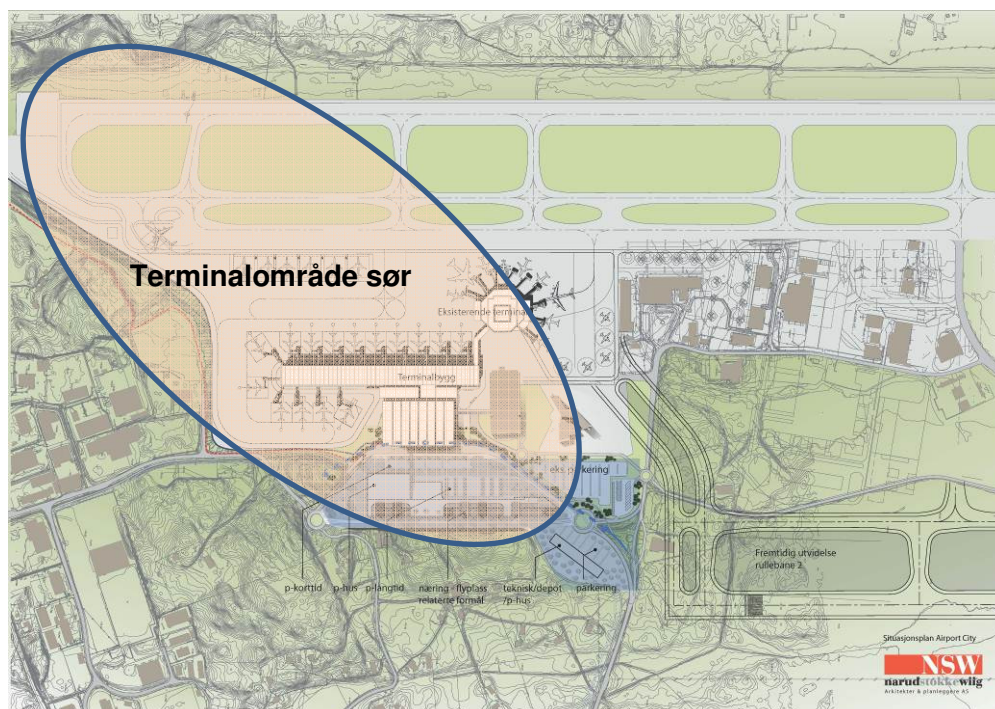
- Oversiktskart område sør
- Tegning nr. 5111861 – 801-B03. Overvann. Avrenningsområder.
- Tegning nr. 5111861 – 802. Flytskjema. Prinsippplan overvannshåndtering
- Beregning avrenning (20 år og 50 år)
- Beregning kapasitet Lønningbekken (HEC-RAS)
- Prosjektrapport UniLab/Ecofact
- Bekreftelse fra Fylkesmannen i Hordaland
- Rapport etter miljøundersøkelser
- Tiltaksplan

1 INNLEDNING

Denne «Prinsippplan for overvannshåndtering» er et supplement til Rammeplan VA. Prinsippplanen tar for seg forhold knyttet til avrenning fra terminalområdet mot Lønningsbekken, det vil si fra terminalområdets sørlige del.

Forslag til VA-rammeplan og prinsippplan for overvannshåndtering skal legge til rette for planlagt utvidelse av Bergen Lufthavn Flesland. Prinsippplanen omfatter kun tiltak som omfattes av regulering for nytt terminalbygg/-område som ligger innenfor nedslagsfeltet til Lønningstjern/Lønningsbekken. Dette området er her kalt «Terminalområde sør».

Aktuelt område med drenering mot Lønningsbekken er grovt skissert inn på figur 1-1 nedenfor. Lønningstjern er ikke vist på tegningen da tjernet her er gjenfylt og dekket av terminalområdet.



Figur 1-1; Situasjonsplan

Reguleringsplanens omfang innenfor dette området omfatter blant annet følgende:

- Utvidelse av terminal med trafikkområde for fly og nytt terminalbygg
- Etablering av flere flyoppstillingsplasser, blant annet ved gjenfylling av Lønningstjern i sør
- Nytt trafikksystem for veitrafikk, endring av eksisterende kommunal vegføring, Lilandvegen
- Etablering av et nytt næringsområde i øst, "Airport city", merket blått på situasjonsplanen
- Nytt parkeringshus og utendørs parkeringsplasser øst for nytt terminalbygg.

Prinsippplanen foreslår løsninger for hvordan avrenning fra ulike arealtyper skal håndteres før videreføring og utslipp i Lønningsbekken.

Samle for fase 2 er arealet innenfor utbyggingsgrensene ca. 400.000 m².
Av dette er et ca. 150.000 m² formiatbelagt i vintersesongen.

2 GRUNNLAGSMATERIALE

Følgende grunnlagsmateriale er benyttet i forbindelse med utarbeidelse av rammeplanen:

- Digitalt kartgrunnlag
- Reguleringsplan og Illustrasjonsplan
- Retningslinjer for overvannshåndtering i Bergen kommune. Bergen kommune 2005
- Rammeplan VA, mars 2011.
- Rapport 612534-1, Miljøvurderinger Lønningstjern. Multiconsult, januar 2010.
- Notat vedr. vurdering av nedbrytning av formiat. Oslo Lufthavn v/Jarl Øvstedal 2008.
- Tillatelse til utslipp. Fylkesmannen (nov. 2011)
- Diverse interne notater i forbindelse med prosjektering av fase 0 og 1

3 UTBYGGINGSOMFANG OG KONSEKVENSER

3.1 Utbyggingsfaser med hensyn til overvann

Bergen Lufthavn Flesland har utarbeidet en masterplan som viser den fremtidige utviklingen av flyplassen. Den fremtidige utviklingen av flyplassen er oppdelt i følgende faser:

- Fase 0 – Frem til 2012 (eksisterende/tidligere situasjon)
- Fase 1 – 2012 – 2020
- Fase 2 – 2020 – 2024
- Fase 3 – 2024 – 2050

Masterplanen omhandler ikke detaljer for VA-tekniske forhold i forbindelse med utviklingen av flyplassen. VA-rammeplan fra mars 2011 og denne prinsipplan for overvannshåndtering beskriver planer/systemer for håndtering av rent og forurenset overvann i forbindelse med den fremtidige utviklingen av flyplassen.

I fase 1 er følgende tiltak/endringer planlagt utført innenfor «terminalområde sør», dvs. område med avrenning mot Lønningsbekken :

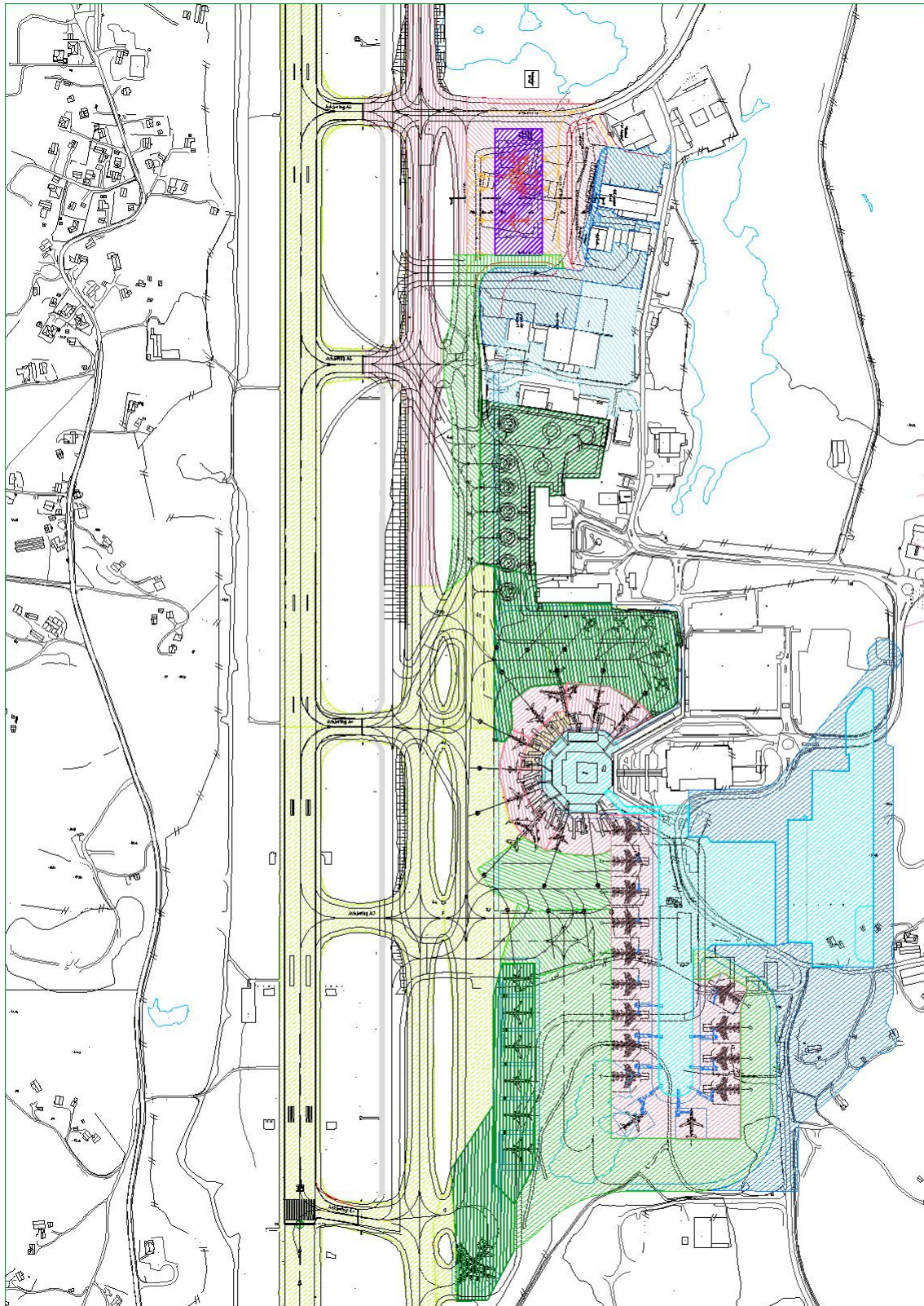
- Etablering av ny avisingsplattform nord for terminal, eksisterende plattform på sørsiden nedlegges.
- Ny terminal etableres (nytt terminalbygg m/flyoppstillingsplasser, parkeringsplasser/-hus, veganlegg, andre bygninger). Redusert utbygging i fase 1, full utbygging i fase 2.
- Lønningstjern er gjenfylt (tjernet er vist med blå streker på fig. 3.1, under lys grønn og rød skravur i sørenden av nytt terminalbygg.)
- Taksebaner sideforskjøvet og flyttet bort fra rullebane.

Nye avrenningsområder for Fase 1 er vist på figur 3-1.

De ulike fargene på figuren angir følgende arealtyper:

	Arealtype	Merknad
	Takflater	Arealet er ikke helt oppdatert ihht. reguleringsplanen. Takflater i øst er noe mindre omfattende enn vist på figuren.
	Veganlegg/P-plasser/grøntareal	
	Flyoppstillingsplasser (spill av olje/drivstoff + avising m/formiat)	
	Baneområder (avising m/formiat)	
	Flyoppstillingsplasser (avising m/formiat + spill olje/drivstoff)	Arealet ble ferdig etablert i 2009. Det ble ikke etablert oljeutskillere, men må etableres grunnet drivstofftanking.
	Rullebane/taksebane (avising m/formiat)	Drenering til og infiltrasjon i grønntarealer mellom banene.

Se for øvrig vedlagte tegning 5111861-801 som viser de forskjellige avrenningsarealene mer detaljert.



Figur 3-1; Planlagte tiltak i fase 1

3.2 Endrede avrenningsforhold

Påbegynt og planlagt utbygging av terminalområdet vil påvirke avrenningssituasjonen i området. Fra «terminalområde sør» vil all overflateavrenning ledes mot Lønningsvassdraget. Lønningstjern skal gjenfylles og hele dette området etableres med tette flater.

En økt andel tette flater i kombinasjon med igjenfylling av Lønningstjern vil føre til en hurtigere avrenning og større avrenningstopper. Det vil si at den hydrauliske belastningen i Lønningsbekken vil øke betydelig dersom ikke tiltak iverksettes for å motvirke dette.

I tillegg vil avrenningen inneholde ulike typer forurensninger avhengig av hvilke arealtyper avrenning kommer fra. Forurensningsgraden vil også være sesongavhengig, da avising av rullebaner (m/formiat) kun utføres vinterstid.

3.3 Arealtyper og vannkvaliteter

Overvannet ved flyplassen er delt inn i følgende kategorier avhengig av om det er vinter eller sommer.

Sommersesong:

- Rent overvann (takvann, samt avrenning fra store deler av baneområdet)
- Overvann fra områder hvor det kan forekomme spill av olje eller flydrivstoff (flyoppstillingsplasser)
- Overvann fra vegger og parkeringsplasser

Vintersesong:

- Rent overvann (takvann)
- Overvann fra områder hvor det benyttes baneavising kjemikalier.
- Overvann fra områder hvor det kan forekomme spill av olje eller flydrivstoff, samt baneavising (flyoppstillingsplasser)
- Overvann fra vegger og parkeringsplasser
- Snødeponi (ikke innenfor terminalområde sør)

Område for flyavising er planlagt flyttet til areal nord for ny terminal, og vil ikke gi avrenning mot Lønningsbekken. For området i nord er det etablert egen løsning med godkjent utslipp til Raunefjorden.

I forbindelse med baneavising benyttes kjemikalie av typen formiat eller tilsvarende. Slike kjemikalier for baneavising har et relativt høyt innhold av organisk stoff (KOF) og vil blant annet medføre høyt oksygenforbruk i resipienter.

Ved Oslo Lufthavn er nedbrytning av formiat studert over flere år og nedbrytningsprosessen er kompliserte og avhengig av flere faktorer. Gjennomførte forsøk for rensing basert på sandfilter/jordrenseanlegg tyder på at formiat har en nedbrytningstid på om lag 20 døgn. Dette betyr at forurenset vann må ha en oppholdstid på 20 døgn i filtermediet for å oppnå full nedbrytning. Videre tilsier labforsøk at et jordrenseanlegg ikke bør tilføres mer enn 10 liter væske pr. m² filterareal. Totalt filterareal vil da bli så stort (0,5 – 1 km²) at løsningen av arealhensyn ikke synes aktuell ved Bergen Lufthavn.

Fylkesmannen har godkjent en metode for fordrøyning og fortynning av formiatholdig overvann. Kort skissert går løsningen ut på at alt formiatholdig vann tilføres eget drenssystem og et fordrøyningsbasseng. I fordrøyningsbassenget tynnes formiatet ut og slippes kontrollert til nedstrøms rensepark hvor det blandes inn i øvrig overvannsutslipp. Hensikten er å ikke tilføre Lønningsbekken mer formiat enn hva den biologisk sett tåler. Metoden er utredet av sakkyndig personell ved Unilab og Ecofact. Nærmere detaljer er det redegjort for i vedlagte rapport.

I forbindelse med anleggsvirksomheten i og ved Lønningtjern vil det bli lagt en ledning ned til Lønninghavn og videre ut til 20 meters dyp i sjøen.

Ledningen er i utgangspunktet midlertidig, men det vil bli søkt Fylkesmannen om tillatelse til å ha ledningen liggende permanent som en nødoverløpsledning.

.

4 RESIPIENTER

Overvannet fra «terminalområde sør» har følgende resipienter :

- Infiltrasjon i terreng langs takse- og rullebane.
- Lønningsvassdraget (Lønningstjern/Lønningsbekken).

I tillegg kan Skjenavatn/Langevatnet være aktuell som resipient for avrenning fra delområder mot nordøst (takflater, veger/P-plasser), dersom disse tilknyttes eksisterende Ø800mm OV-rør. Detaljer omkring dette er ikke avklart enda.

Avrenning fra rulle- og taksebane ledes ut på grønne arealer mellom/utenfor baneområdene for infiltrasjon. Forurenset avrenning vil da oppnå en viss rensing før vannet videreføres i grunnvannsystemet.

Lønningstjern har et nedbørfelt på 0,36 km². Feltet har etter hvert blitt mer og mer utbygd med økende andel tette flater og delvis med forurensende arealbruk. Vannstanden i tjernet ligger på ca. kt. + 32 og vannet har en overflate på ca. 30.000m². Årlig middelavrenning på Flesland er ca. 60 l/s.km², noe som tilsier en gjennomsnittlig vannføring ut av tjernet på vel 20 l/s.

Det er ikke registrert problemer med flom i Lønningsbekken i dag, men at vannstanden i Lønningstjern stiger ved mye nedbør. Oppstuvning i Lønningstjern fungerer som fordrøyning og hindrer flom i Lønningsbekken.

I utslippstillatelse fra Fylkesmannen fremgår blant annet følgende:

1. Produksjon/utslipp

Tillatelsen gjelder forurensning fra avising av banelegeme og fly og drift av brannøvingsfelt ved Flesland lufthavn, Bergen. Tillatelsen er basert på en årlig antatt normal mengde³ avisingsskjemikalier på 150 m³ glykol og 225 m³ formiat pr. sesong.

.....

3.2. Utslipp av formiat fra baneavising

Brukt formiat går til terreng og til lokal resipient, jf. tillatelse av 4. desember 2009. Lokal fordrøyning, rensing og andre utslippsreduserende tiltak samt nødvendig overvåking skal planlegges og gjennomføres som del av de tiltaks- og overvåkingsplaner som utarbeides etter tillatelse av 4. desember 2009.

.....

3.5. Overflatevann

Avrenning av overflatevann fra bedriftens utearealer skal håndteres slik at det ikke medfører skade eller ulempe for miljøet.

8.1. Utslippskontroll

Bedriften skal gjennomføre målinger av utslipp til luft og vann, samt støy i omgivelsene etter gjeldende forskrifter. Målinger omfatter prøvetaking og analyse av vann, modellering og/eller beregning av støy og utslipp til luft.

Målinger skal utføres slik at de blir representative for virksomhetens faktiske utslipp og skal omfatte

- komponenter som er regulert gjennom grenseverdier eller gjennom total mengde
- andre komponenter som er omfattet av rapporteringsplikten i henhold til Klima- og forurensningsdirektoratets veileder til bedriftenes egenrapportering. Veilederen er lagt ut på www.klif.no

.....

9. Overvåking av resipient og rapportering til Fylkesmannen

Bedriften skal sørge for overvåking av effekter av utslippene til Raunefjorden og lokale ferskvannsresipienter i henhold til et overvåkingsprogram.

.....

I uttalelse fra Bergen kommune v/Vann og avløpsetaten vedrørende oppstart av privat planarbeid framkommer det følgende anmerkning tilknyttet overvannshåndtering/Lønningstjern:

”Vann og avløpsetaten ser det som svært uheldig at Lønningstjern skal fylles igjen. Ved gjenfylling av Lønningstjern vil den naturlige infiltrasjonen og fordrøyningen reduseres kraftig og det vil blant annet medføre en betydelig økt overflateavrenning fra området. Dette kan medføre at elven/bekken nedstrøms blir overbelastet og man kan risikere oversvømmelser, flom og spredning av overflateforurensing mm. Dersom planarbeidet likevel skal gjennomføres som planlagt skal det utarbeides en rammeplan for håndtering av overvann mm.”

I utbyggingsfase 1 er det planlagt igjenfylling av Lønningstjern. Dette vil medføre konsekvenser for avrenningen til Lønningsbekken. Lønningstjern fungerer i dag som et fordrøyningsmagasin for avrenningen fra den sørlige delen av flyplassområdet. Vannskillet går omtrent ved eksisterende terminal og overvann sør for dette føres til Lønningstjern. Ved utfylling og nedasfaltering vil fordrøyningseffekten forsvinne i tillegg til at tilrenningstiden til vassdraget vil bli vesentlig kortere enn i dag hvor en del av området er steinfylling.

Det foreligger beregninger av vannføringskapasitet for Lønningsbekken slik den framstår i dag og slik den vil bli etter opprusting. Lønningsbekken kan imidlertid ikke regnes som flomvei for de aktuelle vannmengdene som tilføres etter ferdigstillelse av fase 1. Det vil si at tilrenningen må fordrøyes før tilførsel til Lønningsbekken.

Lønningstjern har en økologisk tilstand som er klassifisert som svært dårlig, grunnet lavt oksygeninnhold og høye verdier av nitrogen og fosfor. Miljøundersøkelser viser at overvann med fly- og baneavisingkemikalier ikke kan tilføres Lønningsvassdraget på grunn av vassdragets miljøtilstand. Forurensset overvann må derfor renses før utslipp til vassdraget.

5 OVERVANNSHÅNDTERING

5.1 Målsetting for overvannshåndtering

Avinor har som mål å etablere langsiktige og bærekraftige løsninger for overvannshåndtering. Overvann skal håndteres i samsvar med Bergen kommunes Retningslinjer for overvannshåndtering og med de prinsipper som er lagt til grunn i Vanddirektivet. Det vil kort oppsummert si at avrenning skal håndteres lokalt og forurenset overvann skal renses før utslipp til resipient. Vassdrag skal være minst mulig påvirket av utbygging/tiltak.

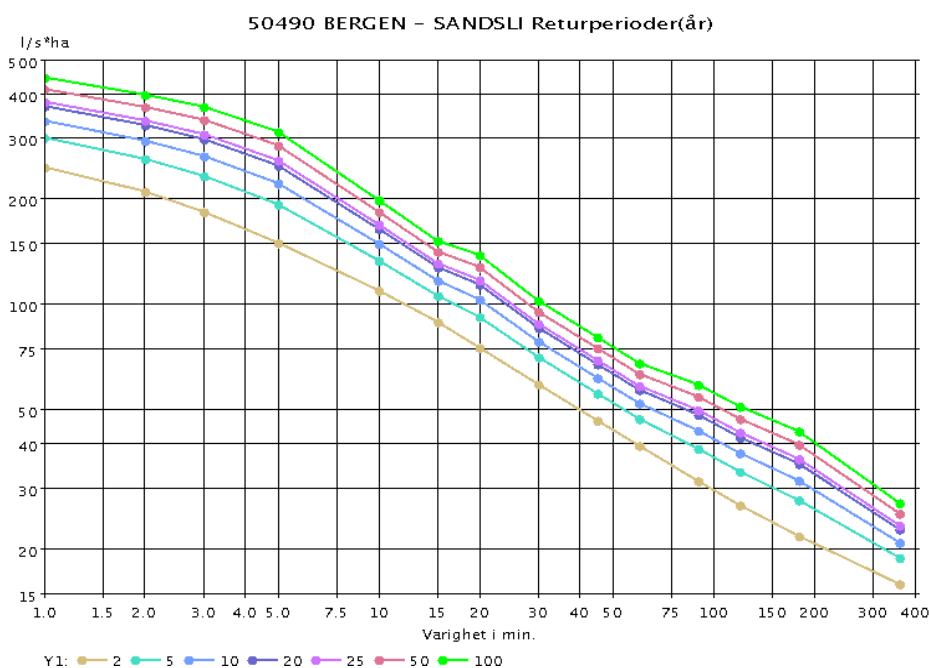
For å oppnå dette vil Avinor benytte mest mulig åpne overvannsløsninger og forurenset avrenning skal gjennomgå hensiktsmessig rensing før utslipp til vassdrag. Formiatholdig avrenning fra banesystemet skal gå til rennende vassdrag etter foregående fordrøyning/fortynning og rensing i våtmarksfilter.

Det skal generelt etableres fordrøyningsløsninger for å motvirke økt/hurtigere avrenning fra tette flater.

5.2 Dimensjoneringsforutsetninger

Beregning av avrenningsmengder baseres på følgende forutsetninger og valg:

- Bruk av den rasjonale formel ($Q = C \times i \times A$)
- Som nedbørdata benyttes IVF-kurver fra Sandsli målestasjon
- Det er benyttet en klimafaktor lik 1,4 for oppjustering av de nedbørdata fra IVF-kurver (dvs. antatt 40% økning i framtidig ekstremnedbør)
- Avrenningskoeffisient for tette flater $C = 0,9$
- Avrenningskoeffisient for område med veger/P-plasser/grøntareal samlet er valgt lik $C = 0,7$
- Gjentakintervall 50 år for dimensjonering av drener-/ledningssystemer
- Gjentakintervall 20 år for dimensjonering av fordrøyningsanlegg



IVF-kurver for Bergen – Sandsli 1982 – 2003

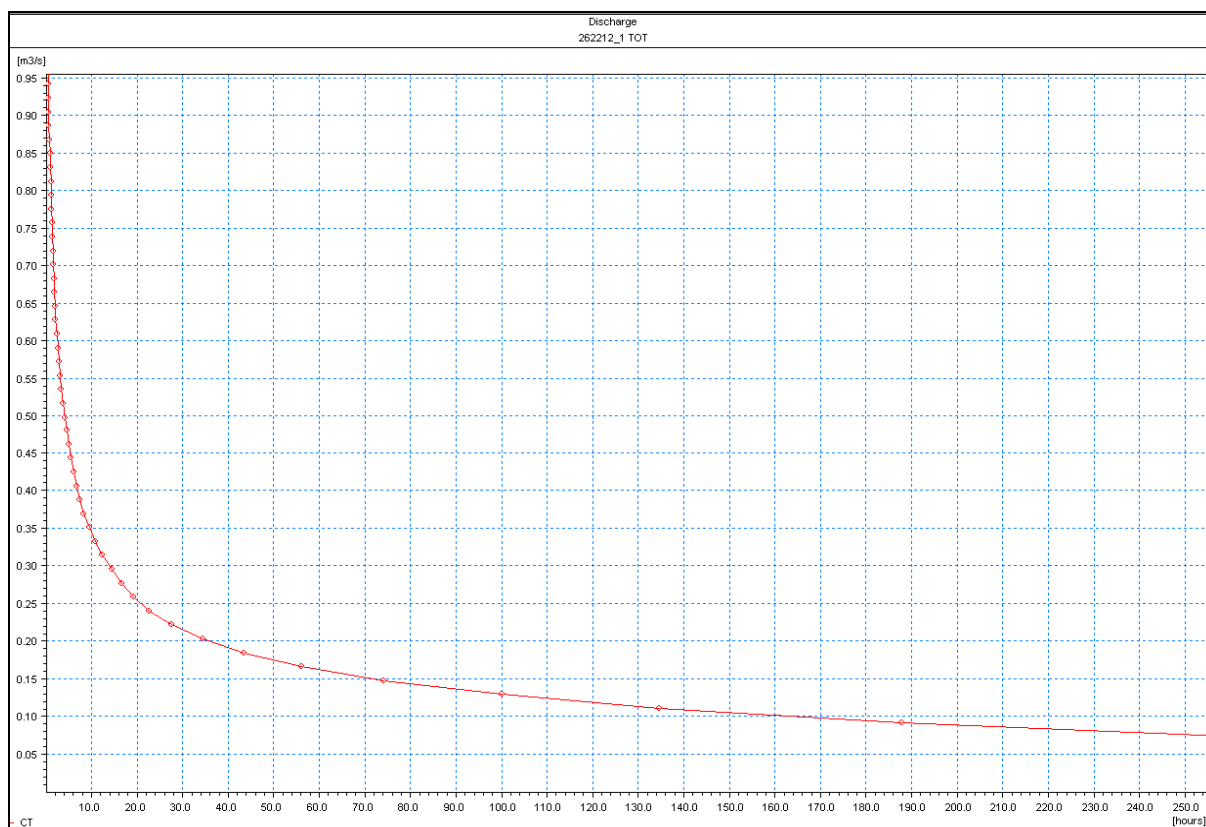
Ved beregning av nødvendige fordrøyningsvolum må det settes en grense for hvor mye vann som kan tilføres Lønningsbekken (videreført vannmengde, $Q_{\text{videreført}}$). Videreført vannmengde bør ikke overstige bekkens normale kapasitet, og det må også tas hensyn til at bekken blir tilført vann fra andre nedslagfelt nedenfor Lønningstjern.

Bekkens kapasitet er beregnet til 800 l/sek. vha. HEC-RAS, et beregningsprogram som benyttes for flomveier. Vi har derfor valgt å utføre beregninger av fordrøyningsvolum basert på at **videreført vannmengder fra Terminalområde sør er 800 l/s.**

Beregninger/dimensjonering av fordrøyningsbasseng og rensepark er utført av Unilab. Slike anlegg vil normalt dimensjoneres for langt lavere gjentaksintervall enn det som her er valgt for fordrøyningsanlegg.

Eksempel:

Kurven på neste side viser beregnet avrenning for år 2002 fra et nedbørfelt i Bergen sentrum som funksjon av varighet. Kurven viser at det er relativt få timer i året hvor en har særlig stor eller ekstrem avrenning. Dette synliggjør at ved valg av returperiode f.eks. 1 år ved dimensjonering av rensetrinn, så er det bare i relativt få timer av året at rensetrinnets kapasitet overskrides. Dersom rensetrinnet dimensjoneres for 20% av maks. årsavrenning (returperiode 1 år) vil en likevel oppnå god rensing i 99,5% av årets timer.



Figur 5-1. Varighetskurve for avrenning (x-akse = varighet, y-akse = vannføring)

5.3 Fordrøyningsløsninger

Fordrøynings tiltak må iverksettes for å motvirke økt avrenning til Lønningsbekken som følge av økt andel tette flater og fjerning av eksisterende fordrøyningsarealer (Lønningstjern og permeable overflater)

Det er flere tiltak som kan iverksettes for å kompensere for den reduserte naturlige fordrøynings effekten:

- Etablering av kunstige fordrøyningsmagasin, enten som åpne dammer eller som lukkede/nedgravde magasiner (betongbasseng, rørmagasiner eller bruk av ulike prefabrikkerte løsninger/produkter)
- Infiltrasjonsløsninger, med fordrøyning i sprengsteinsfyllinger o.l.
- Bruk av lokal overvannshåndtering med renner, kanaler, rensedammer/regnbed m.m. som i tillegg til rensing også bidrar til fordrøyning av avrenningen.
- Bruk av permeable/semipermeable overflater som alternativ til tette flater (grønne tak, grusdekker, permeabel asfalt, armert grasdekke m.m.)
- Rensedammer/-anlegg kan utnyttes i fordrøyningssammenheng, f.eks. dammer med terskler

Arealene som skal dreneres er store og det er kun alternativet med infiltrasjon i sprengsteinsfyllingen som anses som aktuell, i tillegg til det fordrøyningsbassenget som etableres for formiatforurennet vann.

Ved bruk av sprengsteinsfyllinger som fordrøyningsløsning er en oppmerksom på både forurensningsfare (nitrogenforbindelser fra sprengstoff) og gjentettingsfare av fylling/fordrøyningsmagasin (tilførsel av avrenning med slam-/partikkelinnhold).

Sprengsteinsfyllingen skal bygges opp av stein fra dagbrudd, ikke med tunnelmasser som avgir langt høyere konsentrasjon av nitrogen. Det vil bli stilt strenge krav til hvilke type sprengstoff som tillates anvendt for å redusere innholdet av nitrogen så mye som mulig.

Gjentettingsfaren er reell, men alt overvann vil passeres sandfang før det infiltreres i steinfyllingen. Overvann fra flyplasser inneholder dessuten mindre partikler enn overvann fra veganlegg.

5.4 Flomveier

Ved all planlegging av overvannssystemer må en sikre at en har flomveier som kan bortlede vannmengder som av ulike årsaker ikke «renner der det skal». Dette kan være som følge av at eksisterende normale avrenningsveier/overvannssystemer ikke har kapasitet til å bortlede ekstremhendelser, eller som følge av at eksisterende overvannsanlegg ikke fungerer (tette inntak/sluker, ledningsbrudd, hindringer i vannveiene osv.)

Ved ekstremhendelser utover dimensjonerende gjentakintervaller må en akseptere oppstuvning/fordrøyning oppå tette flater. Arealer bør generelt utformes slik at en unngår lavpunkt med større vannansamlinger. Overflater bør generelt ha fall fra installasjoner/bygninger og mot akseptable mottaksarealer for slikt vann.

5.5 Beskrivelse av overvannshåndtering for ulike arealtyper

5.5.1 Baneområde

Avrenning fra baneområder i sommerhalvåret anses generelt ikke å være spesielt forurenset og vil ikke medføre behov for rens tiltak. Avrenning kan da føres urens til resipient, men må uansett først fordrøyes.

I vinterhalvåret forekommer avising av baneområdene med bruk av formiat eller tilsvarende. Avrenning fra disse arealene vil da være forurenset og må renses/fortynnes før utslipp til Lønningsbekken.

Det foreslås en løsning hvor avrenningen fra arealer med baneavising føres på egne drenerer til fordrøyningbasseng. For ikke å gjøre rørføringen ekstra komplisert føres alt overvann (sommer og vinter) via fordrøyningsbassenget og videre til renseparken nedstrøms Lønningtjern.

Banearealer hvor det kan bli tilført baneavising vinterstid er totalt ca. 150.000 m², arealene 6, 7 og 8, ref. tegning 5111861-801. Fra oppsamlingssystemet føres avrenningen videre til fordrøyningsbassenget og videre til rensepark før utslipp til Lønningsbekken. I fase 1 vil arealet utgjøre ca. 100.000 m².

Fordrøyningsbassenget for formiatholdig overvann er dimensjonert av Unilab/Ecofact som har beregnet volumet til 2500 m³ basert på graden av fortynning opp mot Lønningbekkens biologiske tåleevne. Videreført vannmengde er maks. 250 l/s i en ekstremsituasjon. Normalt vil fortynningen gå raskt ettersom det kun er de første minuttene overvannet inneholder formiat.

Beregningene vil bli kvalitetssikret før endelige detaljer bestemmes. Bassenget plassers som vist på vedlagte tegninger.

5.5.2 Område med mulig spill av olje/drivstoff (flyoppstillingsområder)

På områder hvor det er oppstilling av fly eller foregår tanking av fly kan det forekomme spill av olje eller drivstoff. Arealer hvor dette er aktuelt er vist på tegning 5111861-801, arealene 6, 8 og 9.

Utslipp håndteres i dag ved oppsamling av oljen eller drivstoffet før det når overvannssystemet. Ved punktutslipp og søl er man avhengig av at søl varsles/oppdages. Deretter blir søl manuelt samlet opp. Dagens situasjon innebærer en viss risiko for påvirkning av olje- og drivstoffholdig overvann til resipienter, selv om Avinor har svært gode rutiner for slike tilfeller.

Fremtidig løsning baseres på tett oppsamlingssystem for avrenning fra disse arealene, og rensing i oljeutskillere. Behov for fordrøyningsmagasin må vurderes i sammenheng med dimensjonering av oljeutskillere.

Arealene har/skal ha tett dekke (asfalt) og oppsamling via renner/sluker til tett ledningssystem.

Totalt areal er ca. 101.000 m² og omfatter to ulike områder. Området nærmest rullebanen er etablert med eget dreneringssystem med utløp til Lønningtjern. Oljeutskillere og evt. fordrøyning etableres før videreføring til rensepark. For arealene inntil terminalbyggene etableres separat drenssystem med fordrøyning og oljeutskilling før videreføring til renseanlegg eller infiltrasjon (areal 9).

Avrenning fra områdene 6 og 8 skal føres til oljeutskillere og videre til fordrøyningsbasseng og rensepark (renseanlegg felles med avrenning fra andre baneområder/avisingsarealer). Oljeutskillere skal tilfredsstille krav i NS-EN 858.

Avrenning fra nye flyoppstillingsplasser føres til oljeutskillere og videre til infiltrasjon i steinfyllingen. På dette arealet benyttes ikke baneavising ettersom det legges ned varmekabler i dekket.

Det etableres overløp ved innløp til fordrøyningsmagasin oppstrøms oljeutskillere, for avlastning av overskytende vannmengde når denne overskrider dimensjonerende vannmengde for fordrøyningsmagasin/oljeutskillere. Slik overløpsdrift (omløp forbi fordrøyning/oljeutskillere) vil kun skje ved svært store nedbørhendelser, og det meste av spill vil da allerede være transportert med første del av avrenningen til fordrøyningsmagasin/oljeutskillere. Avrenningen vil i en slik situasjon i tillegg være sterkt fortynnet.

Systemet vil bli overvåket og tilkoblet lufthavnens interne driftsovervåkningsanlegg.

5.5.3 Takflater, veganlegg/parkeringsplasser

Ved full utbygging i fase 2 vil samlet areal fra takflater, veger, parkeringsarealer være ca. 250.000 m². Overvann fra dette arealet forutsettes fordrøyes i utfyllingen i Lønningtjern.

Som tidligere nevnt ligger Lønningtjernes vannspeil på ca. kt. + 32. Utløpet fra tjernet går via en våtmark fram til et punkt hvor Lønningsbekken egentlig starter. Våtmarken dekker et relativt stort areal og det meste av området ønskes benyttet som rensepark for fortynnet formiatforurenset overvann.

Det er foretatt grunnboring i området og fjell ble påtruffet på ca. kt. + 29. Dvs. vann fra Lønningtjern til en viss grad fordrøyes og filtreres/renses i denne våtmarken. Nye boringer vil verifisere fjellkoten i området.

Ved utløpet av Lønningtjern settes det opp en tett fangdam med foreløpig topp anslått til kt. + 36. Det legges bunnapping gjennom dammen, foreløpig anslått til kt. + 32. Det er ikke ønskelig å senke grunnvannsgradienten i området rundt Lønningtjern. Nye planlagte sonderboringer i området rundt tjernet vil også kunne gi opplysninger om grunnvann og en beslutning om vannspeilet kan senkes til f.eks. kt. + 29 vil bli vurdert av hydrogeolog.

Det er volumet mellom topp dam og bunnappedningen som angir tilgjengelig fordrøyningsvolum i steinfyllingen.

Normalt regnes 25 % porevolum som i slike steinfyllinger, men ettersom dette er flytrafikkområde vil komprimeringsgraden være høyere og som en sikkerhet beregnes tilgjengelig porevolum til 15 %.

Tilgjengelig volum

Ved oppfylling vil det bli følgende tilgjengelige volumer :

- Mellom kt. + 29 og kt. + 36 = 141.000 m³
- Mellom kt. + 30 og kt. + 36 = 127.000 m³
- Mellom kt. + 32 og kt. + 36 = 88.000 m³

Tilførte overvannsmengder

Det forutsettes at Lønningbekken uten fare for oppstuvning kan ta unna 800 l/sek.

Maksimal videreført vannmengde fra fordrøyningsbasseng er 250 l/sek. Dvs. videreført vannmengde fra steinfyllingen er 550 l/sek. Til sammen 800 l/sek.

Det er i beregningen benyttet 20.års gjentaksintervall.

Som det framgår av nedenstående tabell og forutsetning er det rikelig steinvolum tilgjengelig for infiltrasjon av tilført overvann.

Lønningbekkens kapasitet

HEC-RAS beregninger viser at dagens kapasitet er ca. 450 l/sek.

Ved opprensning og utvidelse av bekkeløpet over en strekning der fallet er begrenset vil kapasiteten kunne økes til min. 800 l/sek.

I utbyggingens fase 1 synes det ikke behov for tiltak i bekken ettersom magasinvolumet i steinfyllingen er vesentlig større enn behovet. Videreført vannmengde kan reduseres betydelig, i første rekke fra fordrøyningsbassenget, men også fra steinvolumet.

Viderført Q = 550 l/sek. fra fordrøyningsmagasinet i steinfyllingen :

Avrenningsareal / nedbørfelt				Avrenningskoeffisienter	
A total: 250000 m ²					
A grønt:	0 m ²	0 %		p grønt	0,5
A tette flater:	250000 m ²	100 %		ø tette flater	0,85
A redusert: 212500 m ² → 212,5 da					

Fordrøyningsvolum

Maks Q videreført mhp areal:	2,60 l/s · da	→	552,5 l/s
Midlere Q videreført:	1,8 l/s · da	→	386,8 l/s
Maks Q videreført:	552,5 l/s	→	552,5 l/s

Type fordrøyningsmagasin:	15 % porøsitet (pukkfylte magasin, kassetter)
	100 % porøsitet (rørledning, åpne basseng, plastkassetter)

Det er benyttet nedbørdata fra IVF-kurve Sandli, med tillegg 40% for forventet fremtidig nedbørøkning.

Varighet som gir størst volum på fordrøyningsmagasin er dimensjonerende

Intensitet for gjentakintervall: 20 år settes inn i tabellen under

Varighet nedbør min.	Intensitet nedbør		Hjelpeskolonne	Q inn magasin l/s	Midlere Q videreført l/s	Fordrøyningsmagasin	
	l/s·ha	l/s·da				Rørmagasin m ³	Pukkmagasin m ³
0	0	0,0	0	0	386,8	0	0
10	230	23,0	18003	4888	386,8	2700	18003
20	165	16,5	24356	3506	386,8	3743	24956
30	119	11,9	25704	2529	386,8	3856	25704
45	98	9,8	30524	2083	386,8	4579	30524
60	84	8,4	33558	1785	386,8	5034	33558
90	67	6,7	37332	1424	386,8	5600	37332
120	58	5,8	40596	1233	386,8	6089	40596
180	49	4,9	47124	1041	386,8	7069	47124
360	32	3,2	42228	680	386,8	6334	42228
720	24	2,4	35436	510	386,8	5324	35496
1440	16	1,6	-26928	340	386,8	-4039	-26928

Nødvendig volum er iht. ovenstående tabell ca. 47.000 m³.

Dersom vi skal holde oss innenfor 450 l/sek. i samlet videreført vannmengde, og det forutsettes 100 l/sek. fra fordrøyningsbassenget, må det tas ut 350 l/sek. fra steinfyllingen. Det kreves da et steinvolum på ca. 85.000 m³, som fortsatt er mindre enn tilgjengelig volum mellom kt. +32 og kt. +36.

Styring av påslipp til Lønningbekken

Fortynning og påslipp av formiatholdig overvann fra fordrøyningsbassenget styres av konduktivitetsmålere i hhv. utløpskum for rensepark og nedstrøms i Lønningbekken.

Signaler overføres til PLS som regulerer motorstyrte ventiler.

Utslipp fra fordrøyningsmagasinet bak fangdammen styres av nivåmålere plassert i peilebrønner på utfyllt område. Signaler overføres PLS som igjen regulerer motorstyrte ventiler.

5.5.4 Rensing av overvann fra veganlegg/parkeringsplasser

I området øst for nytt terminalbygg skal det etableres nye vegsystemer og større parkeringsarealer. Det vil også bli noe grøntareal i dette området. Avrenning fra veger og parkeringsplasser kan antas å inneholde forurensninger som partikler, suspendert stoff, næringssalt, miljøgifter/tungmetaller, olje- og drivstoffrester m.m. Avrenning fra trafikkerte arealer kan renses lokal før videreføring i overvannssystem til infiltrasjon i steinfyllingen.

Aktuelle renseløsninger vil være bruk av filter-/infiltrasjonsgrøfter og/eller regnbed (rainbeds/bioretenction), og det forutsettes at slike anlegg kan plasseres lokalt innenfor dette området. Endelig valg og utforming av fordrøynings- og renseløsninger må sees i sammenheng med endelig arealutforming, og må planlegges parallelt med og samordnet med planlegging/prosjektering av veganlegg/plasser/grøntanlegg. Det må også tas stilling til om avrenning kan infiltrere til grunnen eller om det må samles via drensledninger under rensinnretningen.

Aktuelle renseløsninger vil i seg selv medføre fordrøyning av avrenning fra dette området, og behov for fordrøyningsvolum i form av bassenger må vurderes samlet for hele dette området. Valgte løsninger for overvannshåndtering vil nok påvirke nødvendig volum for fordrøyningsmagasin i steinfyllingen, men med de store volumene i steinfyllingen bak fangdammen har det liten betydning.

Infiltrasjonsgrøfter kan forventes å ha minst like god rensing som tradisjonell sentral renseløsning (rensebasseng), og vil tilfredsstille høyt krav til rensing av overvann.

Følgende renses effekter kan forventes:

Suspendert stoff (SS):	70-90%
Total fosfor (Tot-P):	50-70%
Tungmetaller:	70-90%
Organisk stoff:	70-90%

Ved bruk av spesiell filtermedie kan enda høyere renses effekt oppnås for en del av forurensningskomponentene.

5.5.5 Snødeponi

Det er ikke planlagt etablert fast snødeponi innenfor «terminalområde sør». Snø kan bli lagret midlertidig innenfor området, og deretter transportert til et tilrettelagt snødeponi nord for nytt terminalområde.

Mellomlagring av snø kan likevel medføre at forurenset/formiatholdig smeltevann tilføres avrenningssystemet mot Lønningsvassdraget. Arealer for midlertidige snødeponi bør derfor ha et drens- og oppsamlingssystem tilknyttet avrenningssystemet for formiatforurenset avrenning, dvs. baneområder. Dette vil sikre at forurenset smeltevann oppsamles og føres til renselanlegg.

5.5.6 Oppsummering fordrøyningsvolum

I etterfølgende tabell er vist differansen mellom nødvendige fyllingsvolumer basert på fyllingenenes aktuelle porevolum.

Volumene som er vist under er for infiltrasjon av hele vannmengden fra 400.000 m² tak, vegger/p-plasser, grønt og flyside. Som det framgår vil nødvendig volum basert på 15 % porevolum (som er meget lavt) være ca. 77.000 m³, med 20 % (som er mer trolig) er nødvendig volum 58.000 m³.

15 % porevolum

Nedbørsvarighet 180 min. gir størst fyllingsvolum

20 års gjentaksintervall

Varighet nedbør min.	Intensitet nedbør		Hjelp- kolonne	Q inn magasin l/s	Midlere Q videreført l/s	Fordrøyningsmagasin	
	l/s·ha	l/s·da				Rørmagasin m ³	Pukkmagasin m ³
0	0	0,0	0	0	559,4	0	0
10	230	23,0	28338	7659	559,4	4260	28398
20	165	16,5	39480	5495	559,4	5922	39480
30	119	11,9	40839	3963	559,4	6126	40839
45	98	9,8	48671	3263	559,4	7301	48671
60	84	8,4	53706	2797	559,4	8056	53706
90	67	6,7	60180	2231	559,4	9027	60180
120	58	5,8	65854	1931	559,4	9878	65854
180	49	4,9	77203	1632	559,4	11580	77203
360	32	3,2	72887	1066	559,4	10933	72887
720	24	2,4	69051	799	559,4	10358	69051
1440	16	1,6	-15345	533	559,4	-2302	-15345

20 % porevolum

Nedbørsvarighet 180 min. gir størst fyllingsvolum

20 års gjentaksintervall

Varighet nedbør min.	Intensitet nedbør		Hjelp- kolonne	Q inn magasin l/s	Midlere Q videreført l/s	Fordrøyningsmagasin	
	l/s·ha	l/s·da				Rørmagasin m ³	Pukkmagasin m ³
0	0	0,0	0	0	559,4	0	0
10	230	23,0	21299	7659	559,4	4260	21299
20	165	16,5	29610	5495	559,4	5922	29610
30	119	11,9	30629	3963	559,4	6126	30629
45	98	9,8	36503	3263	559,4	7301	36503
60	84	8,4	40280	2797	559,4	8056	40280
90	67	6,7	45135	2231	559,4	9027	45135
120	58	5,8	49391	1931	559,4	9878	49391
180	49	4,9	57902	1632	559,4	11580	57902
360	32	3,2	54665	1066	559,4	10933	54665
720	24	2,4	51788	799	559,4	10358	51788
1440	16	1,6	-11508	533	559,4	-2302	-11508

Beregningene er gjort for en situasjon hvor tillatt videreført maksimal vannmengde til Lønningsbekken er 800 l/s. Midlere avrenning er ca. 600 l/s.

Modellering av Lønningbekken viser at kapasiteten, men mindre endringer, er i størrelsesorden 800 l/s uten flomoppgang.

Det er videre benyttet gjentaksintervall 20 år for nedbør. Dvs. at ved nedbørhendelser med større gjentaksintervall enn 20 år vil en få tilført større vannmengder enn en kan fordrøye. Dette vil da kunne medføre økt tilførsel til nedstrøms vassdrag, og/eller oppstuvning/fordrøyning på arealoverflater lokalt.

Tilgjengelig fyllingsvolum for fordrøyning/magasinerings vil være et sted mellom 90.000 m³ og 130.000 m³, avhengig av hvor topp fangdam etableres.

I utgangspunktet ønskes damtopp på kt. +36. Med bunn på kt. +32, for å unngå endring i eksisterende vannspeil, vil magasin høyden være 4 meter. Dersom ikke grunnvannspeilet i området endres ved senking til kt. +30, kan dette være ønskelig for å ha mer volum tilgjengelig. Mellom kt. + 30 og kt. +32 er det ca. 40.000 m³ fylling. Magasinhøyden vil da være 8 meter.

Det kan òg være aktuelt å senke damtoppen til kt. + 35 dersom grunnboringer i området viser at det kan oppstå "lekkasjer" i evt. utette områder rundt Lønningtjern.

Geolog og hydrogeolog er i gang med slike undersøkelser, men det vil ta noe tid å få resultatene.

Detaljer omkring høyder vil avgjørt ifm. detaljprosjektering av anlegget. Det som er viktig å understreke er at det er mer enn tilstrekkelig volum i steinfyllingene for fordrøyning av de aktuelle vannmengdene.

6. ORIENTERING OM FORURENSEDE MASSER

For utbygging av Bergen Lufthavn Flesland mot sør er det nødvendig å fylle igjen Lønningtjern. Foreløpige beregninger viser at tjernet består av en vannfase på ca. 50.000 m³ og et sedimentlag på volum anslått til 75.000 m³.

Det har over flere år vært tatt en rekke miljøprøver av vann og bunnsedimenter, sist i 2012. Prøvene viser at vannfasen ikke er forurenset. Bunnsedimentene er lite forurenset. Rapport fra miljøprøvene er vedlagt.

Det stilles strenge krav til utfyllingen og geotekniker anbefaler at så mye som mulig av bunnsedimentene tas opp før utfylling for å unngå innbaking av organiske masser i fyllingen, med påfølgende fare for setninger. Prøver av bunnsedimentene er tatt opp med grabb og tørrstoffinnholdet var overraskende høyt, ca. 8 %.

Bunnsedimentene fra Lønningtjern legges i Avinors deponi øst for tjernet. Deponiet er tilrettelagt med bunnetting og drens-system. Drensvann føres til eksisterende pumpestasjon som i dag leverer til kommunal avløpstunnel. Ved evt. opphør av tillatelsen til dette, vil drensvannet pumpes til utslippsledning mot Lønninghavn/raunefjorden. Slik ledning legges uansett midlertidig ifm. anleggsarbeidene for å unngå tilslamming av Lønningsbekken. Ledningen anbefales lagt permanent, som en nødoverløpsledning ifm. renseparken nedstrøms Lønningtjerns utløp.

Det er utarbeidet en generell tiltaksplan for forurenset grunn ved Bergen Lufthavn Flesland. Tiltaksplanen følger vedlagt.

NORCONSULT AS
Bergen/Sogndal 29.mars 2012

Trond Sekse

Trond H.Hanssen