

Prosjekttittel:

T3 NY TERMINAL BERGEN LUFTHAVN FLESLAND

Dokument tittel:

YTRE MILJØ

Grunnvannsundersøkelser av miljøbrønner på Apronfeltet

B03	8.7.2013	Sammendrag korrigert	TMEH	MIHI	OF
B02	13.6.2013	Notat, oppfølging av miljøbrønner	MIHI	TMEH	OF
A01	5.6.2013	Intern høring	MIHI	TMEH	OF
Revisjon:	Dato:	Tekst:	Laget av:	Kontrollert av:	Godkjent av:
		Områdekode: FOO	Systemkode: 789	Antall side: Side 1 av 15	
ICAO:	Prosjektnr.	Kontraks- nummer:	Fag:	Dokument- type:	Løpe- nummer:
ENBR	H00390	80051	AN2	NOT	0004
					B03

INNHALDSFORTEGNELSE

SIDE

SAMMENDRAG/OPPSUMMERING	3
1 Innledning.....	5
2 Vurderingsgrunnlag	6
2.1 Vurderingsgrunnlag vann.....	6
3 Feltarbeid.....	7
3.1 Etablering av miljøbrønner.....	7
3.2 Grunnvannstandsmålinger	8
3.3 Grunnvannprøvetaking	9
4 Grunnforhold, grunnvann	9
4.1 Grunnforhold.....	9
4.2 Grunnvann.....	10
5 Analyseresultater.....	10
5.1 Analyseresultatene vann.....	11
6 Risikoanalyse.....	13
6.1 Risikovurdering vann	13
6.2 Tiltaksvurdering ifm vannforurensning	13
7 Referanser	15
8 Vedlegg:.....	16

SAMMENDRAG/OPPSUMMERING

I forbindelse med ny terminal T3 og tilhørende flyside ble det utført grunnundersøkelser på Bergen Lufthavn, Flesland. Hensikten med undersøkelsene er å kartlegge grunnforholdene ved planlagt ny terminal sørøst for eksisterende terminalen T2. Under utførelsen av boringer sommeren 2012 viste det seg at miljøprøvetaking ikke var mulig på grunn av massive sprengstein. Derfor ble det etablert seks miljøbrønner i grunnvann i fyllmasser i forbindelse med installasjon av vannstandsbrønner.

Grunnvann i løsmasser samler seg i en underjordisk nord-sør-fordypning ("canyon") over det gamle fjellterreng som er oppfylt med sprengstein. Grunnvannstandsmålinger viser at grunnvannsstrømning er mot sørlig retning (mot Lønningstjernet). Prøvetaking og analyse av vannprøver ble gjennomført i november 2012 og mars 2013.

Det ble observert forhøyede sinkverdier (dårlig kjemisk tilstand) i brønn nr. 160, 235 og 250 under prøvetaking 13.11.2012 (89-440 mg/kg TS sink) og i brønn nr. 254 (210 mg/kg TS sink) 20.03.2013. Forhøyede olje-konsentrasjoner for THC(>C5-C35) er mellom 376 og 571 µg/l i brønner 244, 250 og 254 (20.03.2013). Det domineres av lavmobile fraksjoner >C16-C35 (340-537 µg/l) som indikerer smøreoljefraksjoner og/eller biogene fraksjoner. Det ble også påvist lavere fraksjoner >C10-C12 (5,1-14,4 µg/l) og >C12-C16 (6,5-20,8 µg/l) som kan skyldes kerosin. Dessuten ble det analysert 38,6 µg/l bensinfraksjonen >C6-C8 i brønn 254 som kan indikere bruk av flybensin (for eksempel type avgass, mogass). Andre tungmetaller og organiske miljøgifter er ubetydelige eller ble ikke påvist. Samlet sett kan det imidlertid konkluderes med at grunnvannet er relativt lite forurensset, men at det bør følges opp med to prøver årlig av representative brønner.

Oljeforurensningen begrenses på den nordlige siden. Forurensningen kan for eksempel skyldes flydrift (smøremidler, kerosin, flybensin), biogene masser (C23-C33) og/eller kontaminasjoner fra boredrift (bruk av smørefett). Risiko for grunnvannsforekomster vurderes som lav på grunn av lav mobilitet av fraksjon >C12-C35, dermed lav spredningsfare og ikke noe grunnvannspotensial i løsmassene. Det er ikke kjent hva forurensningen med sink skyldes. Flere vannprøver som er tatt av overflatevann på flyplassen viser også forhøyede sinkverdier. Derfor er det mistanke om spredning av sink til overflatevann. Det kan være mulig at forurensninger er lokalisert under Apronfeltet eller innstrømmer fra nord i området. I denne sammenhengen er utvidelsen av fordypningen, sprengsteinfylling og grunnvannsforekomst mot nord (terminal 2, driftsbygg, helikopterterminal) ikke kjent. Det eksisterer flere fjellgrunnvannsbrønner sør for Lønningstjernet og vest for rullebanen etter NGUs database GRANADA. Status av brønnbruk er ikke kjent i de fleste tilfeller. Derfor er det generelt mistanke om forurensningsrisiko for brønner.

I veileder 01/2009 om "Klassifisering av miljøtilstand i vann" er det kun to nivåer for å klassifisere grunnvannstilstanden, god eller dårlig kvalitet. Nivået av sink og oljeforbindelser overstiger kravene for å kunne klassifisere grunnvannet som god kvalitet. Veilederen baserer seg på EUs Rammedirektiv for vann og det tilhørende Grunnvannsdirektivet. I henhold til disse er målet for både overflatevann og grunnvann at dette skal ha god kjemisk kvalitet. For å klassifisere grunnvannet er det et krav at det skal følges opp med minst to årlige vannanalyser over en periode på 3 år før tilstandsklassifisering kan gjennomføres. Det konkluderes derfor med at to brønner bør følges opp med prøver/analyser to ganger årlig, og at dette forslagsvis kan være brønn 254 som er oppe ved nordenden av ny terminal og brønn 160 som er nede

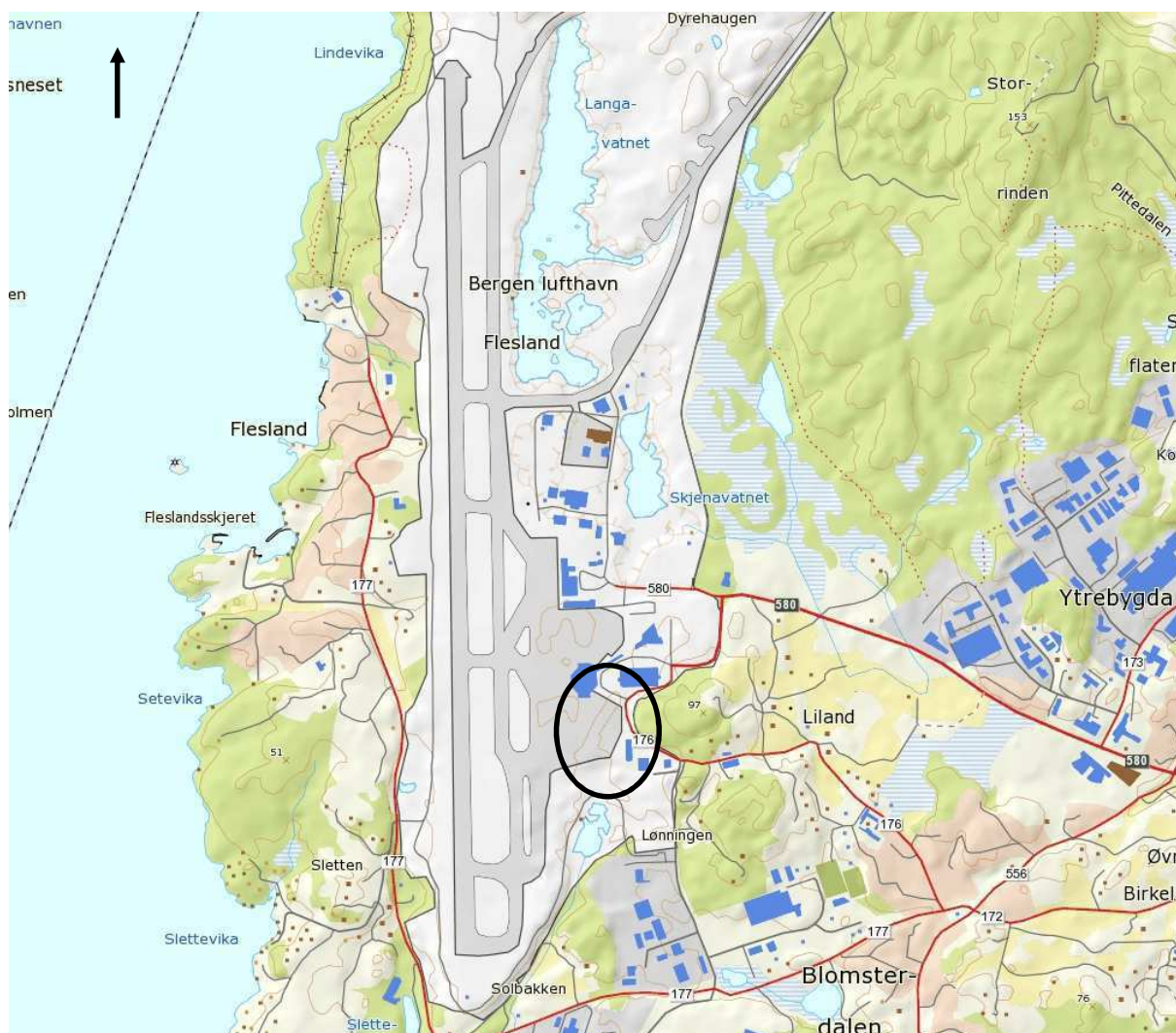
mot fyllingskanten ned mot Lønningstjern. Det er mulig begge disse brønner blir berørt/fjernet pga av utbyggingen og da bør to nye (eller fortsatt tilgjengelig miljøbrønner settes ned og prøvetas to ganger per år og bør som et minimum analyseres for THC og tungmetaller. En slik overvåking kan f.eks. legges inn det generelle overvåkingsprogrammet for Flesland.

1 Innledning

I forbindelse med etablering av ny terminal utføres det grunnundersøkelser på Bergen Lufthavn, Flesland. Hensikten med undersøkelsene er å kartlegge grunnforholdene ved planlagt ny terminal sydøst for eksisterende terminal, arealet mellom ny terminal og eksisterende taksebane, samt området rundt Lønningstjern (se **Figur 1**).

Det ble utført totalsonderinger (ca. 130 borepunkter i utgangspunkt) for kartlegging av dybde av fjellgrunn og tykkelsen av oppfyllingsmasse som består av sprengstein. Det var planlagt å utføre miljøprøvetaking i 19 punkter i tillegg for å dokumentere forurensningstilstand av fyllmasser som skulle transporteres bort under anleggsfasen.

Under utførelsen av totalsonderinger i løpet av sommer 2012 viste det seg at miljøprøvetaking med skovlboring ikke var mulig på grunn av massive sprengsteinmasser.



Figur 1: Oversiktskart med lokaliteten av nytt terminal T3 på Bergen lufthavn Flesland (sort sirkel).

Det var planlagt å etablere flere vannstandsbrønner for undersøkelse av grunnvannsstand. Det ble avtalt med prosjektgruppen og oppdragsgiver å etablere miljøbrønner i grunnvann i fyllmasser i forbindelse med installasjon av vannstandsbrønner og ta vannprøver til miljøanalyse. Jordprøvetaking skulle utføres senere umiddelbart i startfasen av anleggsfasen.

Team_T3 fikk etablert tre miljøbrønner i september 2012 og ytterligere tre i januar 2013.

Norconsult i Team_T3 utførte et pumpeforsøk for måling av hydrauliske egenskaper av oppfylte løsmasser i februar 2013.

Prøvetaking av miljøbrønner og analyse av vannprøver ble gjennomført i november 2012 og mars 2013. Basert på analyseresultatene har COWI i Team_T3 utarbeidet en risikovurdering av grunnvannsforurensning.

2 Vurderingsgrunnlag

2.1 Vurderingsgrunnlag vann

Forurensningen av grunnvann er vurdert opp mot naturlige bakgrunnsverdier og drikkevannsgrenseverdier for grunnvann jamfør Tabell 8.2 i Vannportalens veileder 01:2009 "Klassifisering av miljøtilstand i vann" /4/ og grenseverdier oppført i Tabell 3.1 i drikkevannsforskriften /5/. Hvis norske terskelverdier mangler, utføres vurderingen ved bruk av referanseverdier ("ubetydelighetsterskelverdier") oppgitt i den tyske grunnvannveilederen LAWA (2004) /6/.

Det ble brukt et (utvidet internt) klassifiseringssystem på grunnlag av EU vanndirektivet /7/ og tilhørende veiledere og vurderingsverdier. For tilstandsklassifisering av grunnvannsforekomster finnes det bare to tilstandsklasser: **god og dårlig tilstand**. Miljøformålet er at grunnvannsforekomster skal ha god kjemisk tilstand. Som klassegrense mellom god/dårlig tilstand benyttes det terskelverdier (grenseverdier) for drikkevann. Dessuten er klasse "god kjemisk tilstand" inndelt i to underklasser: Naturlig bakgrunnsnivå og for høyt, men ubetydelig konsentrasjonsnivå. Inndeling av klassifiseringssystemet i kategorier og farger vises nedenfor:

Kategori ifølge EU vanndirektivet	God kjemisk tilstand av grunnvann		Dårlig kjemisk tilstand av grunnvann
Internt brukte kategorier basert på EU vanndirektivet og vannportalens veileder 01:2009			
Farekategori	Naturlig bakgrunnsnivå	For høyt men ubetydelig konsentrasjonsnivå	For høyt konsentrasjonsnivå som kan medføre betydelig trussel til drikkevannsressursene og miljøeffekter til akvatiske og terrestriske økosystemer
Vurderingsgrunnlag	Øvre grense av bakgrunnsverdi	Øvre grense av terskelverdi	Over terskelverdi
Tiltak	-	-	Bør tiltak (kartlegging av utbredelsen på forurensning, overvåkning, eventuelt tiltaksplan)

Tabell 1 viser vurderingsverdier, grenseverdier og terskelverdier som ble brukt til klassifisering av parametere.

Tabell 1: Vurderingsverdier grunnvann (verdier i µg/l).

Veileder	Vannveileder 01:2009		Drikkevannsforskrift	LAWA (2004)
Parameter	Naturlig bakgrunn	Terskelverdi		
		Drikkevannsgrense	Grenseverdi	GFS-verdi
	God kjemisk tilstand	Grense mellom god/dårlig tilstand		
Arsen (As)	0,3	10	-	-
Bly (Pb)	0,2	10	-	-
Kobber (Cu)	-	-	-	14
Kadmium (Cd)	0,03	5	-	-
Krom (Cr)	-	-	50	-
Nikkel (Ni)	-	-	20	-
Kvikksølv (Hg)	0,002	0,5	0,5	-
Sink (Zn)	-	-	-	58
THC (>C5-C35)	-	-	-	100
THC (C5-C40)	-	-	-	100
Bensen	n.a.	1	-	-
Sum BTEX	-	-	-	20
Naftalen	-	-	-	1
Antracen	-	-	-	0,01
Fluoranten	-	-	-	0,025
Benso(a)pyren	n.a.	0,01	-	-
Benso(b)fluoranten	-	-	-	0,025
Benso(k)fluoranten	-	-	-	0,025
Indeno(123cd)pyren	-	-	-	0,025
Benso(ghi)perylene	-	-	-	0,025
Dibenso(ah)antracen	-	-	-	0,01
Sum PAH-16	n.a.	0,1	-	-
Sum PCB-7	-	-	-	0,01

n.a. – mindre enn deteksjonsgrense

3 Feltarbeid

3.1 Etablering av miljøbrønner

Styrende i bore- og brønnarbeider var Norconsult i Team-T3. Det ble avtalt med Norconsult hvilke brønner skulle etableres som miljøbrønner. Valg av rørmateriale, dyp av spiss og lengde av filterrør ble koordinert sammen med Norconsult. Brønnene ble installert i september 2012 og januar 2013. Lokalitetene til brønner 238, 244 og 254 ble fastsatt under befarig 07.01.2013 sammen med Avinor og Norconsult.

Brønnene ble etablert i oppfyllingsmasser over fjellgrunn som gjennomstrømningsbrønner ved bruk av ODEX-boring. Detaljopplysninger av brønninnstillinger er følgende:

- Rørdiameter: 50 mm innvendig diameter (ID) til prøvetaking med 2"-pumpe
- Rørmateriale: HDPE
- Sumprør: Ikke installert
- Slisserør: Plassering i fylling mellom topp av fjell og antatt vannstand
- Borehullfylling: Rom mellom borehullveggen og slisserør ble oppfylt med filtersand og over filtermaterialet langs stigerør med tetting (bentonitt-pellets)
- Brønnhodene: Under terrengnivå i gateboks.

Tabell 2 nedenfor viser opplysninger om de etablerte miljøbrønner. Lokalisering av brønnene er vist i Vedlegg A.

Tabell 2: Brønndata.

Miljøbrønn-nr.	Etableringsdato	Kote terreng (moh)	Dyp spiss (m under terreng)	Kote spiss (moh)	Slisserør (m under terreng)	Dyp løsmasser (m under terreng)	Kote topp fjell (moh)
160	12.09.12	49,16	17,0	32,16	13-17	21,6	27,6
235	03.09.12	51,51	6,0	45,51	5-6	6,9	44,6
238	Jan 2013	50,22	9,0	41,22	5(?) -9	11,8	38,4
244	Jan 2013	50,81	15,0	35,81	5(?) -15	15,8	35,1
250	11.09.12	51,42	15,0	36,42	6-15	17,9	33,5
254	Jan 2013	51,41	15,0	36,41	10(?) -15	16,0	35,4

Dokumentasjon av brønninstallasjoner, boringer, sonderinger og utførelsen av borearbeider er mangelfull /8/.

3.2 Grunnvannstandsmålinger

Flere grunnvannstandsmålinger i utvalgte vannstandsbrønner og miljøbrønner omkring Apronfeltet ble utført av Team_T3 ved Norconsult og COWI fra sommer 2012 til vår 2013. Et sammendrag måleresultatene referert til kote meter over havet (moh) er vist i Tabell 3. Vedlegg A viser lokalitet av brønner.

Tabell 3: Grunnvannstandsmålinger i utvalgte observasjonsbrønner på apronfeltet.

Brønn-Nr.	160	235	238	244	249B	250	252	253	254	429
Målingsdato	Grunnvannstand (moh)									
11.09.12		47,06				45,57				
17.09.12	34,76	47,11								
25.10.12						42,92				
13.11.12	34,71	47,11				38,75				
15.01.13	34,76		41,32	36,61			38,76			48,18
28.01.13			41,37	36,61	42,14		40,11	38,62	39,06	48,68
06.02.13			41,37	36,61	42,44		40,16	38,27	38,66	48,53
27.02.13				36,63	41,95	38,65		39,49	38,62	
02.03.13				36,6	40,92	38,59			38,58	
20.03.13	34,42	47,08		36,6		38,61			38,58	
21.03.13				36,6		38,6				

Grunnvannsstand under Apronfeltet viser uvanlig store forskjeller i ulike brønner på korte distanser. Det gjelder f.eks. brønnene 235, 249B og 429 i sammenligning med brønnene 244, 250, 253 og 254.

Det var mistanke at ulike lokalitetene i grunnvannsforekomst i løsmasser kunne være isolert. På grunn av dette utførte Team_T3 ved Norconsult et pumpeforsøk som inkluderte også ny installasjon av vannstandsbrønner i januar 2013. Pumpeforsøket ble utført 27. februar 2013 /9/. Under pumping ble det ikke observert senketrakt i pumpebrønn 254 eller i observasjonsbrønnene 244, 249B og 250. Brønn 252 var tørr og brønn 253 var ikke brukbar da logger satt fast i brønnrør. Norconsult vurderte forsøket i denne slik at det ikke ble observert senketrakt på grunn av for liten brønn, for liten pumpekapasitet og for høye hydrauliske gjennomstrømning av løsmasser.

3.3 Grunnvannprøvetaking

Prøvetakingen av miljøbrønner ble utført etter brønnetablering den første omgangen 13. november 2012 og den andre omgangen 20.03.2013. I november 2012 ble det tatt vannprøver av miljøbrønn nr. 160 på den sørlige kanten av Apronfeltet, nr. 250 på den nordlige siden av Apronfeltet og nr. 235 nedstrøms avisingstankanlegg. I tillegg ble det tatt vannprøver den andre omgangen i brønn nr. 244 på midt av Apronfeltet og nr. 254 på den nordlige siden av undersøkelsesfeltet. Det ble ikke tatt en vannprøve av brønn nr. 238 da brønnen var tørr 20.03.2013. Tabell 4 viser miljøbrønnene som ble prøvetatt.

Tabell 4: Miljøbrønner som ble prøvetatt.

Brønn-Nr.	Prøvetaking utført		Prøvetakingsmetode	Merknader
	13.11.12	20.03.13		
160	Ja	Ja	Pumpe/vannhenter	
235	Ja	Ja	Pumpe	
238	-	Nei	-	Brønn var tørr 20.03.2013. Derfor ble det ikke utført prøvetaking
244	-	Ja	Vannhenter	
250	Ja	Ja	Pumpe/vannhenter	
254	-	Ja	Vannhenter	

Før prøvetaking startet ble det målt vannspeil og dyp av spiss ved bruk av målesnelle. 2"-dykkpumpe "Gigant" med hjelpepumpe "Booster" ble brukt til prøvetaking av brønnvann.

Tilrenning av brønnvann var så liten under pumping at brønner ble pumpet tørr flere ganger. Derfor ble det brukt vannhenter for prøvetaking (f.eks. brønn nr. 250 og 254).

Prøvetatt vann ble filtrert før fylling av prøveflasker.

4 Grunnforhold, grunnvann

4.1 Grunnforhold

Terrenget på betongoppstillingsplassen mellom den gamle terminalen T2 og Lønningstjernet er på omtrent +49 moh i sør og +51,5 moh i nord.

Undergrunnen består av sprengsteinmasser (løsmasser) som ble oppfylt på den gamle fjelloverflaten. Berggrunn er av amfibolitt, stedvis anortositt, metagabbro og hyperstenmonzonitt til monzonoritt.

Fjellterrenget på Flesland lufthavn er preget av sprekksystemer og glasial erosjon som utformet mer eller mindre N-S lang rennende dalfordypninger. Totalsonderinger utført på oppstillingsplassen sommeren 2012 viser denne type fjellfordypning under oppfylte sprengstein. Denne underjordiske "canyon" renner nord-sør og munner ut i Lønningstjernet. Strukturen er nærmest 350 m lang, 60-150 m bred og 10 til 22 m dyp. Fjellbunnen i "canyon" er uregelmessig preget av lokale fordypninger og terskler og skråner generelt mot sør. Kote av fordypninger er på +26 til +33 moh, mens terskelkotene er på +34 til +36 moh. Topp av sidene er over + 45 moh.

Område nord for Lønningstjern og øst for rullebane er oppfylt med sprengstein (løsmasser). Det antas at kornstørrelsen er større enn grus (stein, blokk). Mektigheten kan variere

vesentlig. Oppfylte masser i “canyonene” er 13 til 22 m dyp, mens tykkelsen på den vestlige og østlige siden er omtrent 3 m.

Det er ikke kjent hvorvidt naturlige løsmasser som morene, sand, leireavsetninger, myr, osv. eksisterer under oppstillingsplassen.

4.2 Grunnvann

Det ble observert grunnvann i oppfylte sprengsteinmasser i fjellfordypningen (“canyon”). Dybde til grunnvann (avstand terreng-grunnvannsspeil) varierer betydelig over kort distanse mellom 4,4 (gjennomsnitt i brønn nr. 235) m langs toppkanten av den nordlige fordypningssiden og henholdsvis 9 m (nord, estimert gjennomsnittverdi i brønn nr. 238) og 14,7 m (sør, gjennomsnittverdi i brønn nr. 160) langs fordypningsbunn. Det antas derfor det eksisterer lokale upermeable lag.

Grunnvann oppsamles mest i bunnfordypninger i “canyonene”. Mektigheten er her gjennomsnittlig fra 7 til over 9 m. Det antas at vannforekomst i bunnfordypninger er isolert ved lav nedbørfiltrasjon. Ved stor nok infiltrasjon og dermed høyere grunnvannstand kan grunnvannet renne over terskler. Vurdering av grunnvannstandsmålinger (se kapittel 3.2) viser at grunnvannsstrømning er mot sørlig retning (mot Lønningstjernet).

Ifølge pumpeforsøket utført februar 2013 /9/ angis den hydrauliske ledningsevnen av sprengsteinmasser med en K verdi på 0,12 m/s. Denne verdien er ikke representativ på grunn av utilstrekkelig kunnskap om undergrunnforhold.

5 Analyseresultater

Det ble tatt vannprøver av miljøbrønner til analyse, og disse ble oversendt til akkrediterte laboratorier Eurofins og ALS for analyse.

Tabell 5 viser de analyseparametere som vannprøvene ble analysert for. De omfatter generelle parametere (tungmetaller, olje/THC, BTEX, PAH, PCB) og bruksspesifikke parametere som formiat og propylenglykol (fly- og baneavising).

Vedlegg C inneholder Eurofins og ALS sine analyserapporter.

Tabell 5: Utvalgte analyseparametere.

Miljøbrønn	160		235		238	244	250		254
Prøvetakingsdato	13.11.12	20.03.13	13.11.12	20.03.13	20.03.13	20.03.13	13.11.12	20.03.13	20.03.13
Tungmetaller (arsen, bly, kobber, kadmium, krom, nikkel, kvikksølv, sink)	X	X	X	X	Ikke prøvetatt	X	X	X	X
THC (C5-C35)/ THC (C5-C40)	X		X			X	X	X	X
BTEX	X		X			X	X		X
PAH-16	X		X			X	X		X
PCB-7	X		X			X	X		X
Propylenglykol	X	X	X	X		X			X
Formiat	X	X	X	X		X			X

X – undersøkt analyseparameter.

5.1 Analyseresultatene vann

Analyseresultatene for vannprøvene er vist i Tabell 6. Vedlegg B viser grunnvannsbelastning.

Tungmetaller

Sink var forhøyd (dårlig kjemisk tilstand) i brønn nr. 160, 235 og 250 under prøvetaking 13.11.2012 (89-440 mg/kg TS), mens sinkresultatene var ubetydelige i samme brønner i mars 2013 (2,7-10,1 mg/kg TS). I den nye miljøbrønnen nr. 254 ble det påvist 210 mg/kg TS sink 20.03.2013, som er 3,6 ganger over terskelverdien på 58 µg/l.

Konsentrasjoner av andre tungmetaller som arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv og nikkel er i begge analyserunder under naturlig bakgrunnsnivå eller forhøyete, men ubetydelige.

Olje

Olje-konsentrasjoner for THC(>C5-C35) er mellom 376 og 571 µg/l i brønnene 244, 250 og 254 (20.03.2013) og er betydelige (4 til 6 ganger) over den tyske LAWA-grunnvannsvurderingsverdien (2004) som er 100 µg/l (den norsk drikkevannsforskriftens grenseverdi er 10 µg/l).

Det dominerer lavmobile fraksjoner >C16-C35 (340-537 µg/l, over LAWA-vurderingsverdi) i alle tre brønner som indikerer smøreoljefraksjoner og/eller biogene fraksjoner. Det ble også påvist fraksjoner >C10-C12 (5,1-14,4 µg/l, under LAWA-vurderingsverdi) og >C12-C16 (6,5-20,8 µg/l, under LAWA-vurderingsverdi) som kan skyldes kerosin. Dessuten ble det analysert 38,6 µg/l bensinfraksjonen >C6-C8 (under LAWA-vurderingsverdi) i brønn 254 som kan indikere bruk av flybensin (for eksempel type avgass, mogass).

13.11.2012 ble det kun observert 98 µg/l THC(>C5-C35) i brønn 250. Denne datoen ble det ikke påvist THC i brønn nr. 160 og 235.

Andre organiske miljøgifter

BTEX ble ikke påvist i prøvetaking 13.11.2012 og 20.03.2013.

Sum PAH-16 er ubetydelige i alle brønner som ble prøvetatt i november 2012 og mars 2013 (maksimal 0,022 µg/l). Samme gjelder enkelte PAH-forbindelser som naftalen, antracen, fluoranten, benso(b)fluoranten, benso(k)fluoranten, benso(a)pyren, indeno(123cd)pyren, benso(ghi)perylene og dibenso(ah)antracen.

PCB-7 ble ikke påvist hverken i den første eller andre analyseomgangen.

Avisningsmidler **formiat** og **propylenglykol** ble ikke påvist hverken høsten 2012 eller våren 2013.

Tabell 6: Utvalgte analyseresultater i vannprøver (konsentrasjoner i µg/l).
Fargekoder: blå – under bakgrunnsnivå, grønn – for høyt men ubetydelig konsentrasjonsnivå (god kjemisk tilstand), oransje – dårlig kjemisk tilstand. Forkortelser: i.a. – ikke analysert, i.p. – ikke påvist.

Miljøbrønn	160		235		244	250		254
Prøvetakingsdato	13.11.12	20.03.13	13.11.12	20.03.13	20.03.13	13.11.12	20.03.13	20.03.13
Arsen (As)	1,8	0,543	0,45	<0,8	<0,5	0,33	<0,5	<0,9
Bly (Pb)	0,28	<0,01	0,91	0,14	0,0133	8,4	0,39	<0,01
Kobber (Cu)	3,9	1,19	3,7	<0,5	3,66	7,8	3,29	0,393
Kadmium (Cd)	0,007	<0,002	0,015	<0,01	0,0344	0,006	0,0178	0,0042
Krom (Cr)	1,2	0,229	1,7	1,63	0,163	0,62	0,106	0,0854
Nikkel (Ni)	4,6	2,42	5,5	3,72	2,45	1,2	0,875	9,53
Kvikksølv (Hg)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Sink (Zn)	220	5,4	440	2,68	18,3	89	10,1	210
THC (C5-C6)	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<5	i.a.	<5	<5
THC (>C6-C8)	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<5	i.a.	<5	38,6
THC (C5-C8)	<5	i.a.	<5	i.a.	<10	<5	<10	38,6
THC (>C8-C10)	<5	i.a.	<5	i.a.	<5	<5	<5	<5
THC (>C5-C10)	<10	i.a.	<10	i.a.	<10	<10	<10	38,6
THC (>C10-C12)	<5	i.a.	<5	i.a.	13,3	<5	5,1	14,4
THC (>C12-C16)	<5	i.a.	<5	i.a.	20,8	<5	6,5	11,9
THC (>C16-C35)	<20	i.a.	<20	i.a.	537	98	364	340
THC (>C12-C35)	i.p.	i.a.	i.p.	i.a.	558	98	370	352
THC (>C35-C40)	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	65	i.a.
THC (>C5-C35)	i.p.	i.a.	i.p.	i.a.	571	98	376	405
THC (C5-C40)	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	441	i.a.
Bensen	<0,1	i.a.	<0,1	i.a.	<0,2	<0,1	i.a.	<0,2
Toluen	<0,1	i.a.	<0,1	i.a.	<0,5	<0,1	i.a.	<0,5
Etylbensen	<0,1	i.a.	<0,1	i.a.	<0,1	<0,1	i.a.	<0,1
mp-xylene	<0,2	i.a.	<0,2	i.a.	i.p.	<0,2	i.a.	i.p.
o-xylene	<0,1	i.a.	<0,1	i.a.	i.p.	<0,1	i.a.	i.p.
Sum xylener	<0,3	i.a.	<0,3	i.a.	<0,15	<0,3	i.a.	<0,15
Sum BTEX	i.p.	i.a.	i.p.	i.a.	i.p.	i.p.	i.a.	i.p.
Naftalen	0,02	i.a.	0,011	i.a.	<0,03	0,013	i.a.	<0,03
Acynaftylen	<0,01	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,01	i.a.	<0,01
Acenaften	<0,01	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,01	i.a.	<0,01
Fluoren	<0,01	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,01	i.a.	<0,01
Fenantren	<0,01	i.a.	<0,01	i.a.	<0,02	<0,01	i.a.	<0,02
Antracen	<0,01	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,01	i.a.	<0,01
Fluoranten	<0,01	i.a.	<0,01	i.a.	<0,013	<0,01	i.a.	<0,01
Pyren	<0,01	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,01	i.a.	0,016
Benso(a)antracen	<0,01	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,01	i.a.	<0,01
Krysen	<0,01	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,01	i.a.	<0,01
Benso(b)fluoranten	<0,01	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,01	i.a.	<0,01
Benso(k)fluoranten	<0,01	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,01	i.a.	<0,01
Benso(a)pyren	<0,01	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,01	i.a.	<0,01
Indeno(123cd)pyren	<0,002	i.a.	<0,002	i.a.	<0,01	0,0041	i.a.	<0,01
Benso(ghi)perylene	<0,002	i.a.	<0,002	i.a.	<0,01	0,0051	i.a.	<0,01
Dibenso(ah)antracen	<0,01	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,01	i.a.	<0,01
Sum PAH-16	0,02	i.a.	0,011	i.a.	n.d.	0,022	i.a.	0,016
Sum PCB-7	i.p.	i.a.	i.p.	i.a.	i.p.	i.p.	i.a.	i.p.
Propylenglykol	<0,2	<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	i.a.	i.a.	<0,1
Formiat	<0,5	<2	<0,5	<2	<2	i.a.	i.a.	<2

6 Risikoanalyse

6.1 Risikovurdering vann

Det ble oppdaget forurensninger i grunnvannet som oppsamles i oppfylte sprengmasser i "canyon"-fordypning under oppstillingsplassen mellom Terminal 2 og Lønningstjernet. Konsentrasjonene for følgende stoffer overskrider vurderingsverdier for god kjemisk tilstand ifølge EU-vanndirektivet /7/:

- **Olje-konsentrasjoner for THC(>C5-C35)** i brønner 244, 250 og 254 (20.03.2013) med dominans av lavmobile fraksjoner >C16-C35 (340-537 µg/l),
- **Sink** i brønn nr. 160, 235, 250 (89-440 mg/kg TS) i november 2012 og brønn 254 (210 mg/kg TS) i mars 2013.

Oljeforurensningen begrenses på den nordlige siden. Forurensningen kan for eksempel skyldes flydrift (smøremidler, kerosin, flybensin), biogene masser (fraksjon >C23-C33) og/eller kontaminasjoner fra boredrift (bruk av smørefett). Risiko for grunnvannsforekomster vurderes som lav på grunn av;

- lav mobilitet av fraksjon >C12-C35, dermed lav spredningsfare,
- ingen grunnvannspotensial i løsmasser.

Det er ikke kjent hva forurensningen med sink skyldes. Flere vannprøver som ble tatt av overflatevann på flyplassen viser også forhøyede sinkverdier. Derfor kan det være mistanke om spredning av sink fra grunn- til overflatevann.

Det kan være mulig at forurensninger er lokalisert under Apronfeltet eller innstrømmer fra nord i området. I denne sammenhengen er utvidelsen av fordypningen, sprengsteinfylling og grunnvannsforekomst mot nord (terminal 2, driftsbygg, helikopterterminal) ikke kjent.

Det eksisterer flere fjell-grunnvannsbrønner (brønn nr. 2220, 5867, 5913, 5919, 5921, 6127, 12415) sør for Lønningstjernet og vest for rullebanen etter NGUs database GRANADA /10/. Status av brønnbruk er ikke kjent i de fleste tilfeller. Derfor er det generelt mistanke om forurensningsrisiko for brønner.

6.2 Tiltaksvurdering ifm vannforurensning

Vurderingen av innsamlede grunnvannprøver konkluderer med at

- spredningsfare av oljeforurensningen er lav,
- det er mistanke om spredning av sink mot overflatevann,
- generelt mistanke om forurensningsfare for eksisterende fjell-grunnvannsbrønner,
- ingen grunnvannspotensial i løsmasser.

Overskridelsen av vurderingsverdier krever overvåkning. Jamfør vannportalens veileder 01:2009 /4/ skal det foreligge minst to årlige vannanalyser fra representative overvåkingsbrønner over en minimumsperiode på 3 år før tilstandsklassifiseringen kan gjennomføres. Det anbefales å ta vannprøver for miljøanalyse minst i grunnvannsbrønner 160 og 254 2 ganger i året. Analyseparametrene skal inneholde olje (THC) og tungmetaller (minst sink).

Under masseflytting i forbindelse med terminalnybygg skal det tas hensyn til mulige forurensninger i grunn med sink og olje under apronfeltet.

Dessuten er det tilrådelig å vurdere undersøkelsesresultatene i sammenheng med andre løpende miljøundersøkelser i overvåkningsprogrammet på Flesland lufthavn.

7 Referanser

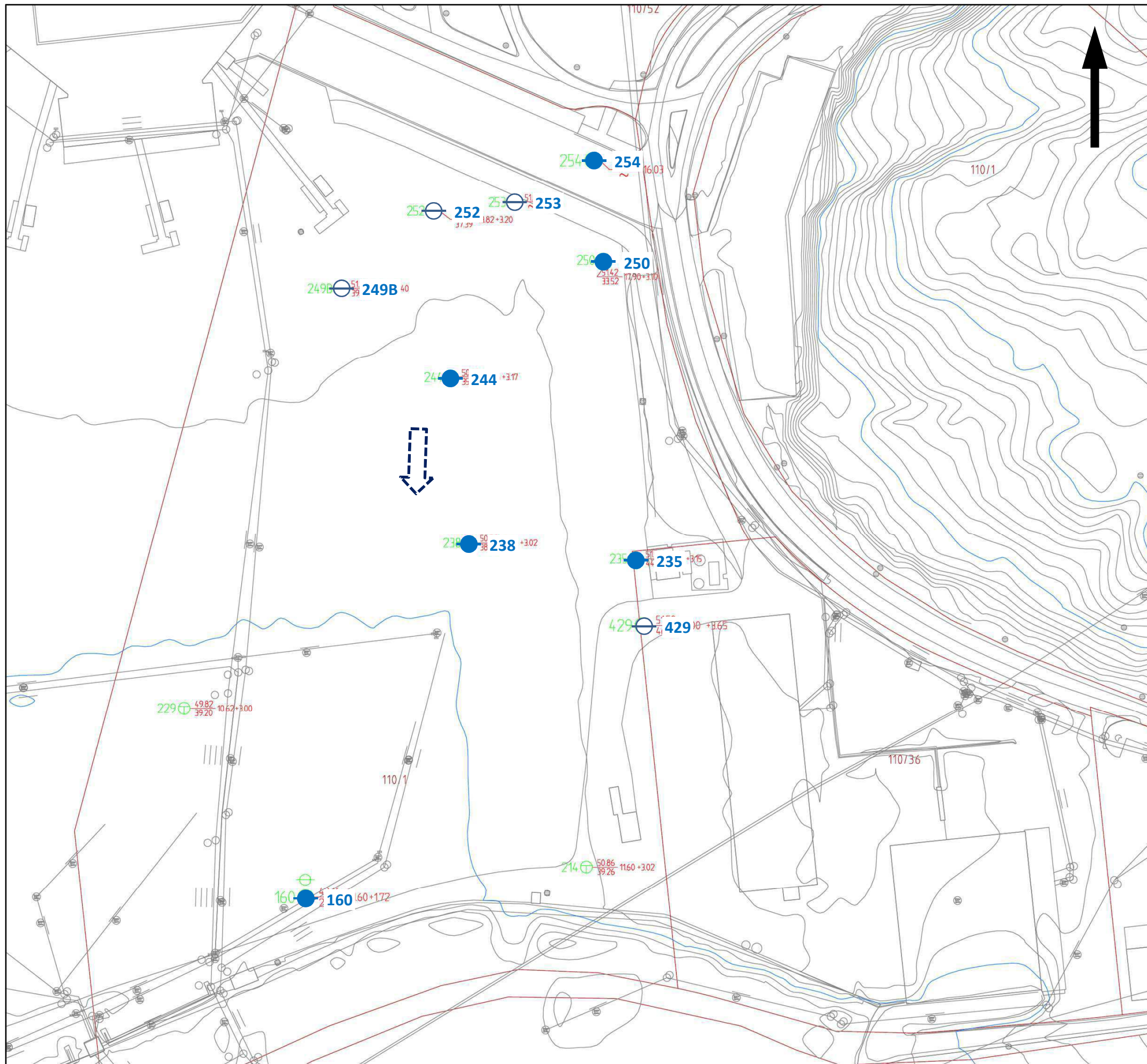
- /1/ Veiledning om risikovurdering av forurenset grunn. - Statens forurensingstilsyn (SFT), Veiledning 99:01a (TA-1629/99), utført av Aquateam og NGI 11.05.1999, rapport-nr. 98-086, prosjekt-nr. O-96010
- /2/ Forurensningsforskriften (FOR 2004-06-01 nr. 931), endret ved forskrifter 22. juni 2009 nr. 827 (i kraft 1. juli 2009), 21. juni 2010 nr. 1073:
<http://www.lovdata.no/for/sf/md/xd-20040601-0931.html>
- /3/ Veiledning: Miljøtekniske grunnundersøkelser. - Statens forurensingstilsyn (SFT), TA-0720/1991, utført fra NGI 1990-1991
- /4/ Vannportalens veileder 01:2009: Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver
(www.vannportalen.no)
- /5/ Drikkevannsforskriften FOR 2001-12-04 nr 1372, 14.12.2001
- /6/ Referanseverdier jamfør den Tyske grunnvannveileder „Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) – Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser“ (desember 2004)
- /7/ Vanndirektivet - EUs rammedirektiv for vann 2000/60/EF, ikraftttredelse 22. desember 2000
- /8/ Grunnundersøkelsesdata:
T3 Ny Terminal Bergen Lufthavn Flesland. Grunnundersøkelse - Datarapport.- Norconsult Rapport nr. 5122188-1, rev. J012, 2012-06-27;
T3 Ny Terminal Bergen Lufthavn Flesland. Grunnundersøkelse - Datarapport.- Norconsult Rapport nr. 5122188-2, rev. -, 2012-10-06;
Avinor - Bergen Lufthavn Flesland - T3 Ny Terminal. Landside. Oversiktstegning – Boreplan. – Avinor - Team_T3 - Nordic, 2013-02-18, tegning nr. ENBR-80051-AW1-AOH-731;
Avinor - Bergen Lufthavn Flesland - T3 Ny Terminal. T3. Grunnvatn - Sonderboring. – Avinor - Nordic – Team_T3, 2013-02-19, tegning nr. ENBR-80051-AC1-AMV-711-3529-A01;
Norconsult. Feltkommentarer. – Oppdragsnr. 5122188, sent med e-post 12.04.2013
- /9/ Data til pumpeforsøk på apronfeltet, utført av Norconsult 27.02.2103
- /10/ NGUs database GRANADA (<http://geo.ngu.no/kart/granada/>)

8 Vedlegg:

- A. Brønnplan
- B. Belastningskart
- C. Analyserapporter

Vedlegg A:

Brønnplan



Tegnforklaring

Antatt grunnvanns-
strømningsretning

Miljøbrønn

Vannstandsbrønn



Firma: COWI (MIHI)

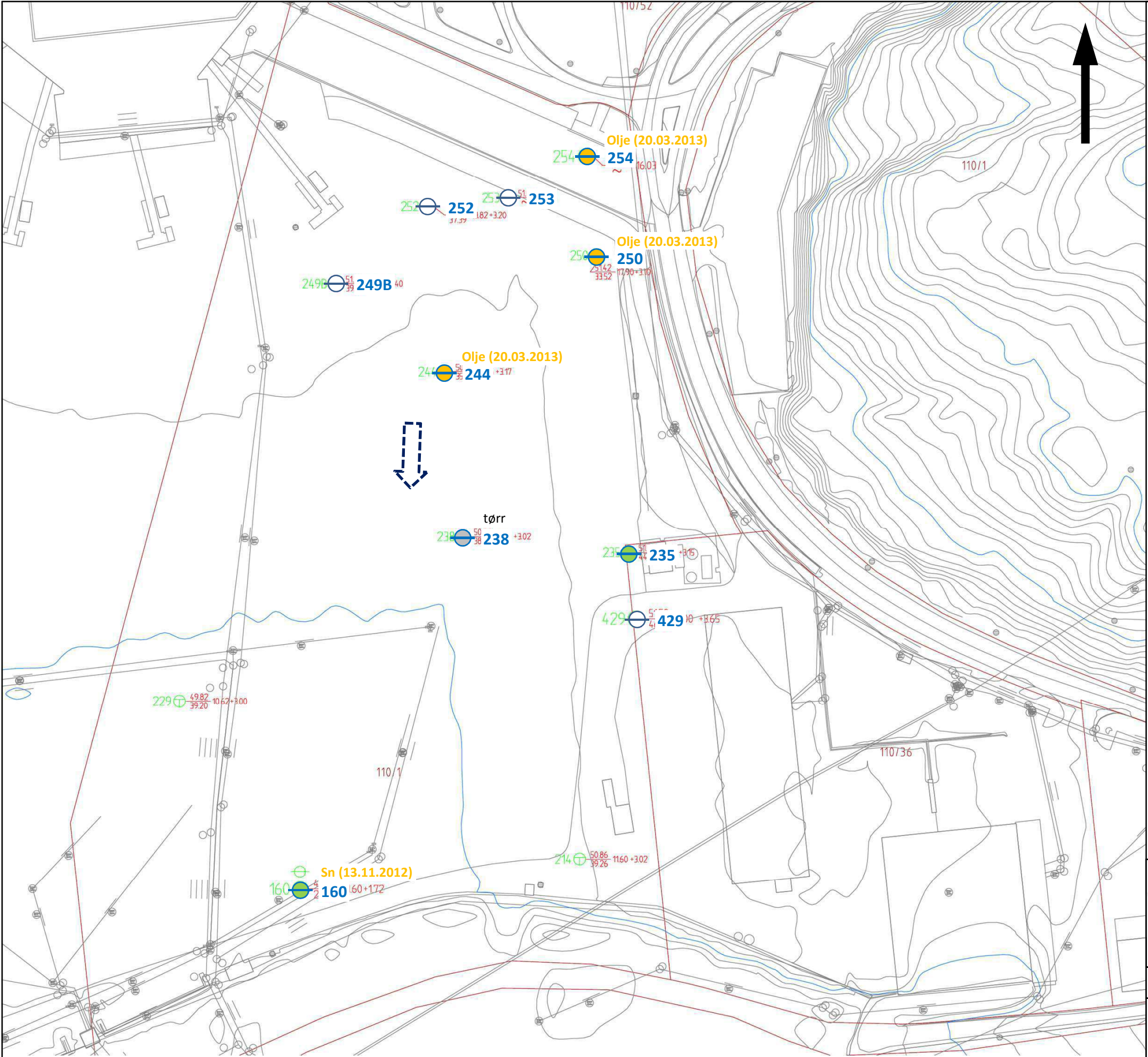
Rev. A01 (2013-06-05)

Bergen Lufthavn Flesland - T3 Ny Terminal
Grunnvannsundersøkelser av miljøbrønner på apronfeltet
Vedlegg A: Grunnvann – Brønnplan
Målestokk 1 : 1 000

ENBR-H00390-80051-AN2-NOT-004-A01

Vedlegg B:

Belastningskart



Tegnforklaring

Antatt grunnvanns-
strømningsretning

Miljøbrønn

Vannstandsbrønn

Klassifisering av forurensningstilstand grunnvann

- Dårlig kjemisk tilstand (over terskelverdi)
- God kjemisk tilstand (under terskelverdi, over bakgrunnsnivå)
- God kjemisk tilstand (under bakgrunnsnivå)



Firma: COWI (MIHI)

Rev. A01 (2013-06-05)

Bergen Lufthavn Flesland - T3 Ny Terminal
Grunnvannsundersøkelser av miljøbrønner på apronfeltet
Vedlegg B: Grunnvann – Belastning
Målestokk 1 : 1 000

ENBR-H00390-80051-AN2-NOT-004-A01

Vedlegg C:

Analyserapporter

COWI AS
Haugåsstubben 3
4016 Stavanger
Attn: Michael Hintzke

ANALYSERAPPORT

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2012-11150241	Prøvetakingsdato:	13.11.2012			
Prøvetype:	Grunnvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	160	Analysestartdato:	15.11.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
Arsen (As), filtrert ICP-MS	1.8	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.02	
Bly (Pb), filtrert ICP-MS	0.28	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
Kadmium (Cd), filtrert ICP-MS	0.0070	µg/l	50%	NS EN ISO 17294-2	0.004	
Kobber (Cu), filtrert ICP-MS	3.9	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.05	
Krom (Cr), filtrert ICP-MS	1.2	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.05	
Kvikksølv (Hg), filtrert	0.006	µg/l	10%	NS-EN ISO 12846	0.002	
Nikkel (Ni), filtrert ICP-MS	4.6	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.05	
Sink (Zn), filtrert ICP-MS	220	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.2	
BTEX						
Benzen	<0.1	µg/l		Internal Method	0.1	
Toluen	<0.1	µg/l		Internal Method	0.1	
Etylbenzen	<0.1	µg/l		Internal Method	0.1	
m,p-Xylen	<0.2	µg/l		Internal Method	0.2	
o-Xylen	<0.1	µg/l		Internal Method	0.1	
Totale hydrocarboner (THC)						
THC >C5-C8	<5	µg/l		Intern metode	5	
THC >C8-C10	<5	µg/l		Intern metode	5	
THC >C10-C12	<5	µg/l		Intern metode	5	
THC >C12-C16	<5	µg/l		Intern metode	5	
THC >C16-C35	<20	µg/l		Intern metode	20	
SUM THC (>C5-C35)	nd	µg/l		Intern metode		
PAH 16 EPA						
Naftalen	0.020	µg/l	40%	Intern metode	0.01	
Acenaftylen	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Acenaften	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Fluoren	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Fenantren	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Antracen	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Fluoranten	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Pyren	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Benzo(a)antracen	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Krysen/Trifenylen	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Benzo[b]fluoranten	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Benzo[k]fluoranten	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Benzo[a]pyren	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	<0.002	µg/l		Intern metode	0.002	
Dibenzo[a,h]antracen	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Benzo[g,h,i]perylen	<0.002	µg/l		Intern metode	0.002	
Sum PAH(16) EPA	0.020	µg/l		Intern metode		
PCB 7						
PCB 28	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



PCB 52	<0.01 µg/l	Intern metode	0.01
PCB 101	<0.01 µg/l	Intern metode	0.01
PCB 118	<0.01 µg/l	Intern metode	0.01
PCB 138	<0.01 µg/l	Intern metode	0.01
PCB 153	<0.01 µg/l	Intern metode	0.01
PCB 180	<0.01 µg/l	Intern metode	0.01
Sum 7 PCB	nd µg/l	Intern metode	0.01
Formiat	<0.5 mg/l	20% Intern metode	0.5
Propylenglykol	<0.2 mg/l	25% Intern metode	0.2

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2012-11150242	Prøvetakingsdato:	13.11.2012			
Prøvetype:	Grunnvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	235	Analysestartdato:	15.11.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
Arsen (As), filtrert ICP-MS	0.45	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.02	
Bly (Pb), filtrert ICP-MS	0.91	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
Kadmium (Cd), filtrert ICP-MS	0.015	µg/l	50%	NS EN ISO 17294-2	0.004	
Kobber (Cu), filtrert ICP-MS	3.7	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.05	
Krom (Cr), filtrert ICP-MS	1.7	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.05	
Kvikksølv (Hg), filtrert	<0.002	µg/l	10%	NS-EN ISO 12846	0.002	
Nikkel (Ni), filtrert ICP-MS	5.5	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.05	
Sink (Zn), filtrert ICP-MS	440	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.2	
BTEX						
Benzen	<0.1	µg/l		Internal Method	0.1	
Toluen	<0.1	µg/l		Internal Method	0.1	
Etylbenzen	<0.1	µg/l		Internal Method	0.1	
m,p-Xylen	<0.2	µg/l		Internal Method	0.2	
o-Xylen	<0.1	µg/l		Internal Method	0.1	
Totale hydrocarboner (THC)						
THC >C5-C8	<5	µg/l		Intern metode	5	
THC >C8-C10	<5	µg/l		Intern metode	5	
THC >C10-C12	<5	µg/l		Intern metode	5	
THC >C12-C16	<5	µg/l		Intern metode	5	
THC >C16-C35	<20	µg/l		Intern metode	20	
SUM THC (>C5-C35)	nd	µg/l		Intern metode		
PAH 16 EPA						
Naftalen	0.011	µg/l	40%	Intern metode	0.01	
Acenaftylen	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Acenaften	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Fluoren	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Fenantren	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Antracen	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Fluoranten	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Pyren	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Benzo(a)antracen	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Krysen/Trifenylen	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Benzo[b]fluoranten	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Benzo[k]fluoranten	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Benzo[a]pyren	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	<0.002	µg/l		Intern metode	0.002	
Dibenzo[a,h]antracen	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Benzo[g,h,i]perylen	<0.002	µg/l		Intern metode	0.002	
Sum PAH(16) EPA	0.011	µg/l		Intern metode		
PCB 7						
PCB 28	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



PCB 52	<0.01 µg/l	Intern metode	0.01
PCB 101	<0.01 µg/l	Intern metode	0.01
PCB 118	<0.01 µg/l	Intern metode	0.01
PCB 138	<0.01 µg/l	Intern metode	0.01
PCB 153	<0.01 µg/l	Intern metode	0.01
PCB 180	<0.01 µg/l	Intern metode	0.01
Sum 7 PCB	nd µg/l	Intern metode	0.01
Formiat	<0.5 mg/l	20% Intern metode	0.5
Propylenglykol	<0.2 mg/l	25% Intern metode	0.2

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2012-11150243	Prøvetakingsdato:	13.11.2012			
Prøvetype:	Grunnvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	250	Analysestartdato:	15.11.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
Arsen (As), filtrert ICP-MS	0.33	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.02	
Bly (Pb), filtrert ICP-MS	8.4	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
Kadmium (Cd), filtrert ICP-MS	0.0060	µg/l	50%	NS EN ISO 17294-2	0.004	
Kobber (Cu), filtrert ICP-MS	7.8	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.05	
Krom (Cr), filtrert ICP-MS	0.62	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.05	
Kvikksølv (Hg), filtrert	<0.002	µg/l	10%	NS-EN ISO 12846	0.002	
Nikkel (Ni), filtrert ICP-MS	1.2	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.05	
Sink (Zn), filtrert ICP-MS	89	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.2	
BTEX						
Benzen	<0.1	µg/l		Internal Method	0.1	
Toluen	<0.1	µg/l		Internal Method	0.1	
Etylbenzen	<0.1	µg/l		Internal Method	0.1	
m,p-Xylen	<0.2	µg/l		Internal Method	0.2	
o-Xylen	<0.1	µg/l		Internal Method	0.1	
Totale hydrocarboner (THC)						
THC >C5-C8	<5	µg/l		Intern metode	5	
THC >C8-C10	<5	µg/l		Intern metode	5	
THC >C10-C12	<5	µg/l		Intern metode	5	
THC >C12-C16	<5	µg/l		Intern metode	5	
THC >C16-C35	98	µg/l	30%	Intern metode	20	
SUM THC (>C5-C35)	98	µg/l		Intern metode		
PAH 16 EPA						
Naftalen	0.013	µg/l	40%	Intern metode	0.01	
Acenaftylen	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Acenaften	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Fluoren	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Fenantren	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Antracen	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Fluoranten	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Pyren	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Benzo(a)antracen	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Krysen/Trifenylen	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Benzo[b]fluoranten	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Benzo[k]fluoranten	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Benzo[a]pyren	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.0041	µg/l	40%	Intern metode	0.002	
Dibenzo[a,h]antracen	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	
Benzo[g,h,i]perylen	0.0051	µg/l	40%	Intern metode	0.002	
Sum PAH(16) EPA	0.022	µg/l		Intern metode		
PCB 7						
PCB 28	<0.01	µg/l		Intern metode	0.01	

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



PCB 52	<0.01 µg/l	Intern metode	0.01
PCB 101	<0.01 µg/l	Intern metode	0.01
PCB 118	<0.01 µg/l	Intern metode	0.01
PCB 138	<0.01 µg/l	Intern metode	0.01
PCB 153	<0.01 µg/l	Intern metode	0.01
PCB 180	<0.01 µg/l	Intern metode	0.01
Sum 7 PCB	nd µg/l	Intern metode	0.01

Kopi til:

Vegard Kvisle (vegard.kvisle@avinor.no)

Moss 23.11.2012

Inger Marie Johansen

Laboratorie Ingeniør

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prosjekt **T3 Flesland**
Bestnr
Registrert **2013-03-25**
Utstedt **2013-04-04**

COWI AS
Michael Hintzke
Haugåsstubben 3
4016 Stavanger
Norge

Analyse av vann

Deres prøvenavn	160 Grunnvann					
Labnummer	N00241180					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Formiat*	<2.0		mg/l	1	1	KARO
Propylenglykol (PG)	<0.100		mg/l	2	1	KARO
Filtrering*	Ja			3	2	RIKR
As (Arsen)	0.543	0.109	µg/l	4	H	RIKR
Cd (Kadmium)	<0.002		µg/l	4	H	RIKR
Cr (Krom)	0.229	0.046	µg/l	4	H	RIKR
Cu (Kopper)	1.19	0.21	µg/l	4	H	RIKR
Hg (Kvikksølv)	<0.002		µg/l	4	F	RIKR
Ni (Nikkel)	2.42	0.45	µg/l	4	H	RIKR
Pb (Bly)	<0.01		µg/l	4	H	RIKR
Zn (Sink)	5.40	0.98	µg/l	4	H	RIKR

Deres prøvenavn	235 Grunnvann					
Labnummer	N00241181					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Formiat*	<2.0		mg/l	1	1	KARO
Propylenglykol (PG)	<0.100		mg/l	2	1	KARO
Filtrering*	Ja			3	2	RIKR
As (Arsen)	<0.8		µg/l	4	H	RIKR
Cd (Kadmium)	<0.01		µg/l	4	H	RIKR
Cr (Krom)	1.63	0.30	µg/l	4	H	RIKR
Cu (Kopper)	<0.5		µg/l	4	H	RIKR
Hg (Kvikksølv)	<0.002		µg/l	4	F	RIKR
Ni (Nikkel)	3.72	0.67	µg/l	4	H	RIKR
Pb (Bly)	0.140	0.046	µg/l	4	H	RIKR
Zn (Sink)	2.68	0.66	µg/l	4	H	RIKR



Deres prøvenavn	244 Grunnvann					
Labnummer	N00241182					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Formiat*	<2.0		mg/l	1	1	KARO
Propylenglykol (PG)	<0.100		mg/l	2	1	KARO
Filtrering*	Ja			3	2	RIKR
As (Arsen)	<0.5		µg/l	4	H	RIKR
Cd (Kadmium)	0.0344	0.0057	µg/l	4	H	RIKR
Cr (Krom)	0.163	0.033	µg/l	4	H	RIKR
Cu (Kopper)	3.66	0.64	µg/l	4	H	RIKR
Hg (Kvikksølv)	<0.002		µg/l	4	F	RIKR
Ni (Nikkel)	2.45	0.43	µg/l	4	H	RIKR
Pb (Bly)	0.0133	0.0083	µg/l	4	H	RIKR
Zn (Sink)	18.3	3.3	µg/l	4	H	RIKR
PCB 28	<0.0011		µg/l	5	1	KARO
PCB 52	<0.0011		µg/l	5	1	KARO
PCB 101	<0.0008		µg/l	5	1	KARO
PCB 118	<0.0011		µg/l	5	1	KARO
PCB 138	<0.0012		µg/l	5	1	KARO
PCB 153	<0.0011		µg/l	5	1	KARO
PCB 180	<0.0010		µg/l	5	1	KARO
Sum PCB-7*	n.d.		µg/l	5	1	KARO
Naftalen	<0.030		µg/l	5	1	KARO
Acenaftylen	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Acenaften	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Fluoren	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Fenantren	<0.020		µg/l	5	1	KARO
Antracen	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Fluoranten	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Pyren	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Benso(a)antracen^	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Krysen^	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Benso(b)fluoranten^	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Benso(k)fluoranten^	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Benso(a)pyren^	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Dibenso(ah)antracen^	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Benso(ghi)perylene	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Indeno(123cd)pyren^	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Sum PAH-16*	n.d.		µg/l	5	1	KARO
Bensen	<0.20		µg/l	5	1	KARO
Toluen	<0.50		µg/l	5	1	KARO
Etylbensen	<0.10		µg/l	5	1	KARO
Xylener	<0.150		µg/l	5	1	KARO
Sum BTEX*	n.d.		µg/l	5	1	KARO
Fraksjon C5-C6	<5.0		µg/l	5	1	KARO
Fraksjon >C6-C8	<5.0		µg/l	5	1	KARO
Fraksjon >C8-C10	<5.0		µg/l	5	1	KARO
Fraksjon >C10-C12	13.3	4.0	µg/l	5	1	KARO
Fraksjon >C12-C16	20.8	6.2	µg/l	5	1	KARO
Fraksjon >C16-C35	537	161	µg/l	5	1	KARO



Deres prøvenavn	244 Grunnvann					
Labnummer	N00241182					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sum C5-C35*	571		µg/l	5	1	KARO

Deres prøvenavn	250 Grunnvann					
Labnummer	N00241183					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Filtrering*	Ja			3	2	RIKR
As (Arsen)	<0.5		µg/l	4	H	RIKR
Cd (Kadmium)	0.0178	0.0042	µg/l	4	H	RIKR
Cr (Krom)	0.106	0.026	µg/l	4	H	RIKR
Cu (Kopper)	3.29	0.56	µg/l	4	H	RIKR
Hg (Kvikksølv)	<0.002		µg/l	4	F	RIKR
Ni (Nikkel)	0.875	0.157	µg/l	4	H	RIKR
Pb (Bly)	0.390	0.063	µg/l	4	H	RIKR
Zn (Sink)	10.1	1.8	µg/l	4	H	RIKR
Fraksjon C5-C6	<5.0		µg/l	6	1	KARO
Fraksjon >C6-C8	<5.0		µg/l	6	1	KARO
Fraksjon >C8-C10	<5.0		µg/l	6	1	KARO
Fraksjon C5-C10	<10		µg/l	6	1	KARO
Fraksjon >C10-C12	5.1	1.5	µg/l	6	1	KARO
Fraksjon >C12-C16	6.5	1.9	µg/l	6	1	KARO
Fraksjon >C16-C35	364	109	µg/l	6	1	KARO
Fraksjon >C12-C35 (sum)	370		µg/l	6	1	KARO
Fraksjon >C35-C40	65	20	µg/l	6	1	KARO
Fraksjon C5-C35 (sum)	376		µg/l	6	1	KARO
Fraksjon C5-C40 (sum)	441		µg/l	6	1	KARO
Fraksjon >C10-C40	441	132	µg/l	6	1	KARO



Deres prøvenavn	254					
	Grunnvann					
Labnummer	N00241184					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Formiat*	<2.0		mg/l	1	1	KARO
Propylenglykol (PG)	<0.100		mg/l	2	1	KARO
Filtrering*	Ja			3	2	RIKR
As (Arsen)	<0.9		µg/l	4	H	RIKR
Cd (Kadmium)	0.0042	0.0035	µg/l	4	H	RIKR
Cr (Krom)	0.0854	0.0223	µg/l	4	H	RIKR
Cu (Kopper)	0.393	0.080	µg/l	4	H	RIKR
Hg (Kvikksølv)	<0.002		µg/l	4	F	RIKR
Ni (Nikkel)	9.53	1.63	µg/l	4	H	RIKR
Pb (Bly)	<0.01		µg/l	4	H	RIKR
Zn (Sink)	210	38	µg/l	4	H	RIKR
PCB 28	<0.0011		µg/l	5	1	KARO
PCB 52	<0.0011		µg/l	5	1	KARO
PCB 101	<0.0008		µg/l	5	1	KARO
PCB 118	<0.0011		µg/l	5	1	KARO
PCB 138	<0.0012		µg/l	5	1	KARO
PCB 153	<0.0011		µg/l	5	1	KARO
PCB 180	<0.0010		µg/l	5	1	KARO
Sum PCB-7*	n.d.		µg/l	5	1	KARO
Naftalen	<0.030		µg/l	5	1	KARO
Acenaftylen	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Acenaften	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Fluoren	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Fenantren	<0.020		µg/l	5	1	KARO
Antracen	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Fluoranten	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Pyren	0.016	0.005	µg/l	5	1	KARO
Benso(a)antracen^	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Krysen^	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Benso(b)fluoranten^	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Benso(k)fluoranten^	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Benso(a)pyren^	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Dibenso(ah)antracen^	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Benso(ghi)perylene	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Indeno(123cd)pyren^	<0.010		µg/l	5	1	KARO
Sum PAH-16*	0.0160		µg/l	5	1	KARO
Bensen	<0.20		µg/l	5	1	KARO
Toluen	<0.50		µg/l	5	1	KARO
Etylbensen	<0.10		µg/l	5	1	KARO
Xylener	<0.150		µg/l	5	1	KARO
Sum BTEX*	n.d.		µg/l	5	1	KARO
Fraksjon C5-C6	<5.0		µg/l	5	1	KARO
Fraksjon >C6-C8	38.6	15.4	µg/l	5	1	KARO
Fraksjon >C8-C10	<5.0		µg/l	5	1	KARO
Fraksjon >C10-C12	14.4	4.3	µg/l	5	1	KARO
Fraksjon >C12-C16	11.9	3.6	µg/l	5	1	KARO
Fraksjon >C16-C35	340	102	µg/l	5	1	KARO



Deres prøvenavn	254 Grunnvann					
Labnummer	N00241184					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ($\pm$)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sum C5-C35*	405		$\mu\text{g/l}$	5	1	KARO



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon		
1	Bestemmelse av Formiat	
	Metode:	Intern metode (SOP-430-013)
	Deteksjon og kvantifisering:	Isotactoforese etter destillasjon
	Kvantifikasjonsgrenser:	0,25 mg/l
	Noter:	Ved høyt innhold av hydrokarboner i prøven vil den måtte fortynnes. Dette vil ha innvirkning på rapporteringsgrensen som vil økes til 3 mg/l.
2	Analyse av Glykoler (mono-, di-, trietylenglykol og propylenglykol)	
	Metode:	GC/MSD
	Deteksjon og kvantifisering:	GC/MSD
	Kvantifikasjonsgrenser:	MEG (monoetylenglykol): 0,1 mg/l DEG (dietylenglykol): 0,1 mg/l TEG (trietylenglykol): 0,1 mg/l PG (propylenglykol): 0,1 mg/l
3	Filtrering	
4	Analyse av tungmetaller (V-2)	
	Metode:	EPA metoder (modifisert) 200.7 (ICP-AES) og 200.8 (ICP-SFMS). Analyse av Hg er utført med AFS etter SS-EN 17852:2008.
	Forbehandling:	Surgjøring med 1 ml salpetersyre per 100 ml prøve. Gjelder ikke prøver som er surgjort før ankomst til laboratoriet.
5	Bestemmelse av Normpakke (liten).	
	Metode:	PCB-7: DIN 38407 part 2, EPA 8082 PAH-16: EPA 8270, EPA 8131, EPA 8091, ISO 6468 BTEX: EPA 624 og EPA 8260 >C5-C8: EPA 601 og EPA 624, BCME >C8-C10: EPA 601 og EPA 624, BCME >C10-C35: EPA 601, EPA CSN EN ISO 9377-2
	Deteksjon og kvantifisering:	PCB-7: GC-ECD eller GC-MS PAH-16: GC-MS BTEX: GC-MS >C5-C10: GC-FID eller GC-ECD >C10-C35: GC-FID
6	Bestemmelse av olje C5-C40, THC-screening.	
	Metode:	C5-C10: US EPA 601 og US EPA 8260 >C10-C40: EN ISO 9377-2
	Deteksjon og kvantifisering:	GC-FID
	Kvantifikasjonsgrenser:	Fraksjon C5-C6 5.0 µg/l Fraksjon >C6-C8 5.0 µg/l Fraksjon >C8-C10 5.0 µg/l Fraksjon >C10-C12 5.0 µg/l Fraksjon >C12-C16 5.0 µg/l Fraksjon >C16-C35 30 µg/l Fraksjon >C35-C40 10 µg/l Fraksjon C5-C35 (sum) 50 µg/l Fraksjon C5-C40 (sum) 60 µg/l Fraksjon C10-C40 50 µg/l



	Godkjenner
KARO	Karoline Rod
RIKR	Rikke Krefting

	Underleverandør ¹
F	AFS Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030
H	ICP-SFMS Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia Lokalisering av andre ALS laboratorier: Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon
2	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).