

Miljøprojekt Nr. 824 2003

Teknologiudviklingsprogrammet for
jord- og grundvandsforurening

Termisk assisteret vakuumelekstraktion af PCE. bilagsrapport

Torben Højbjerg Jørgensen, Jarl Dall Jepsen og Lars Nissen,
Cowi A/S

Hans Skou
Fyns Amt

Jacob Gudbjerg
Danmarks Tekniske Universitet

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

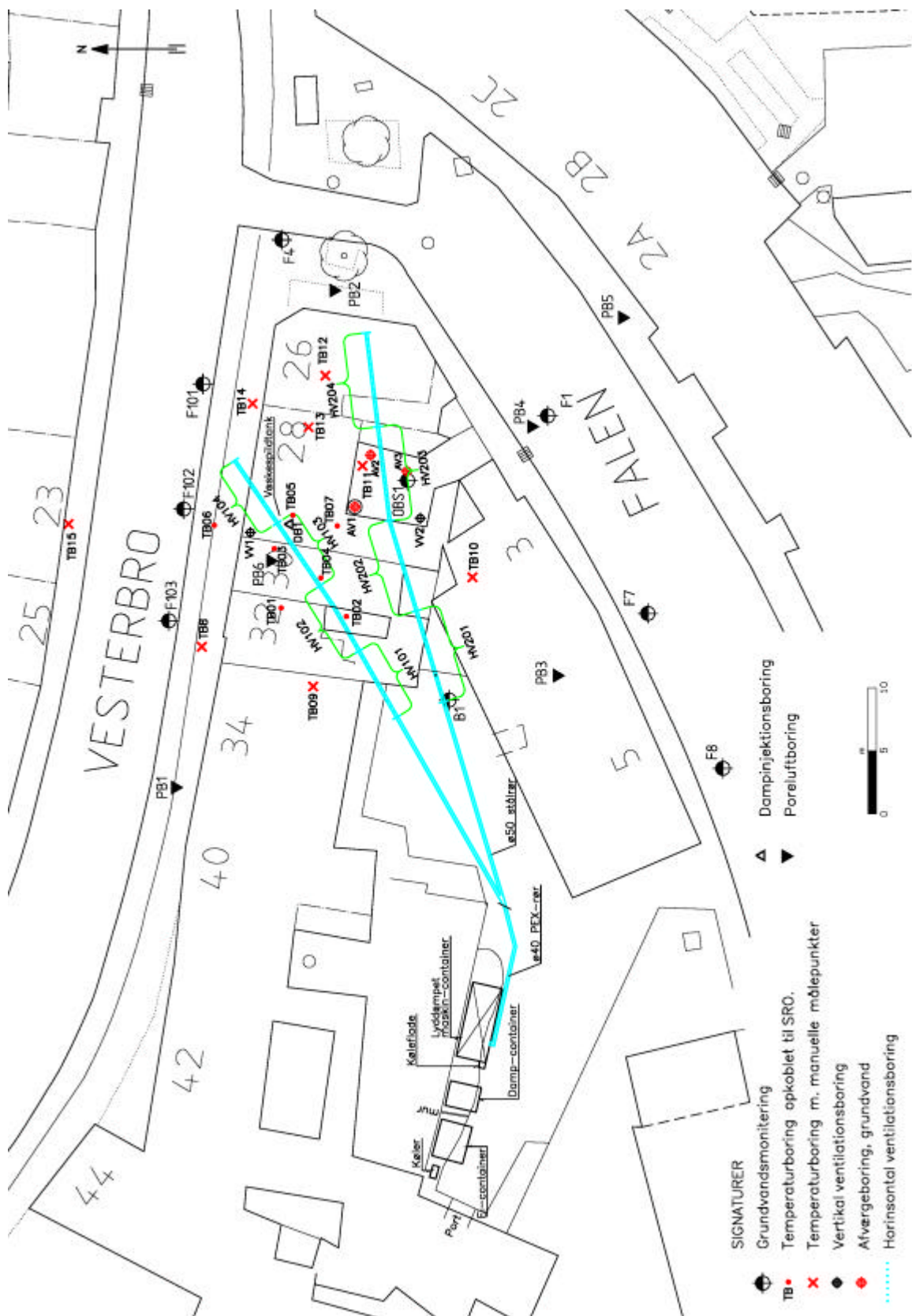
Bilagsfortegnelse

BILAG 1	SITUATIONSPLANER	6
	Bilag 1.1 Oversigtskort med in-situ anlæg og monitoringsboringer	7
	Bilag 1.2 Ledningstrace.....	8
BILAG 2	PRINCIPSKITSER IN-SITU ANLÆG	9
	Bilag 2.1 Principskitse vakuumanlæg.....	10
	Bilag 2.2 Principskitse trykluft- og dampanlæg	11
	Bilag 2.3 Principskitse af temperaturmålinger.....	12
BILAG 3	PRINCIPSKITSER FOR BORINGSOPBYGNING	13
	Bilag 3.1 Vertikal vakuumventilationsboring.....	14
	Bilag 3.2 Dampinjektionsboring.....	15
	Bilag 3.3 Temperaturboring	16
	Bilag 3.4 Poreluftboring.....	17
	Bilag 3.5 Indretning af horisontale boringer.....	18
	Bilag 3.6 Indretning af vertikale boringer	19
	Bilag 3.7 Indretning af temperaturboringer	20
BILAG 4	JORDAFGRAVNING	21
	Bilag 4.1 Situationsplan med angivelse af afgravningsområde.....	22
	Bilag 4.2 Situationsplan med angivelse af afgravningsområde (baggård) og dokumentationsprøver	23
	Bilag 4.3 Situationsplan med angivelse af afgravningsområde (butik) og dokumentationsprøver	24
	Bilag 4.4 Analyseresultater for dokumentationsprøver ved væskespildtank.....	25
	Bilag 4.5 Analyseresultater for dokumentationsprøver i baggård.....	26
BILAG 5	TILSYNSSKEMA OG MONITERINGSOMFANG	27
	Bilag 5.1 Tilsynsskema for vakuumventilering	28
	Bilag 5.2 Tilsynsskema for dampinjektion	29
	Bilag 5.3 Monitoringsprogram	30
BILAG 6	BOREPROFILER	31
	Bilag 6.1 Boreprofiler.....	32
BILAG 7	DRIFTPROBLEMER	36
	Bilag 7.1 Erfaringsopsamling driftproblemer	37
BILAG 8	DATA FOR DRIFT AF DAMP OG TRYKLUFT	41
	Bilag 8.1 Data for dampinjektion	42

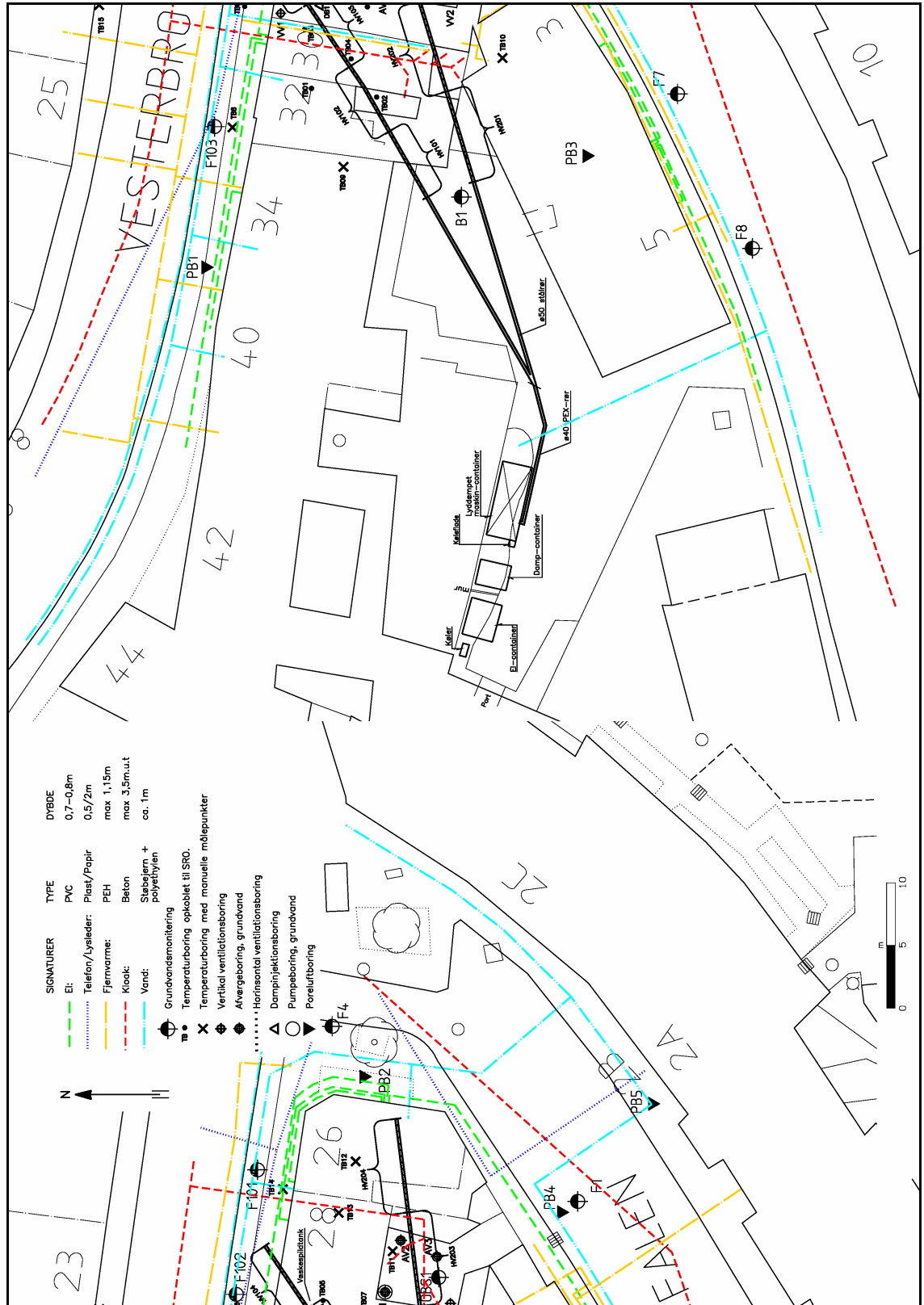
Bilag 8.2	Data for trykluft	43
Bilag 8.3	Fremføringstryk og temperatur i dampledning	44
Bilag 8.4	Drifttid og ydelse for læsepumpe	45
Bilag 8.5	Drifttid trykluft.....	46
BILAG 9	DATA FOR VAKUUMSTRENGE	47
Bilag 9.1	Flow og temperatur i de enkelte vakuumstrengene	48
Bilag 9.2	Flow i de enkelte vakuumstrengene	50
Bilag 9.3	Temperatur i de enkelte vakuumstrengene.....	52
BILAG 10	RADONMÅLINGER	54
Bilag 10.1	Radonmålinger	55
BILAG 11	ENERGI- OG RESSOURCEFORBRUG	56
Bilag 11.1	Forbrug af fyringsolie, el og vand	57
Bilag 11.2	Forbrug af kul til vakuumventilering	61
BILAG 12	ANALYSERESULTATER	62
Bilag 12.1	Forureningsindhold i ekstraheret poreluft	63
Bilag 12.2	Forureningsindhold i poreluft fra monitoringsboringer.....	67
Bilag 12.3	Forureningsindhold i oppumpet grundvand.....	70
Bilag 12.4	Forureningsindhold i grundvand fra monitoringsboringer.....	71
Bilag 12.5	Vandanalyse for blødgjort vand til dampgenerator.....	72
Bilag 12.6	Indeklimamålinger	73
BILAG 13	TEMPERATURMÅLINGER	74
Bilag 13.1	Sammenhørende manuelle og SRO temperaturmålinger (grafisk)	75
Bilag 13.2	SRO-målinger fra temperaturboringer.....	83
Bilag 13.3	Sammenhørende manuelle og SRO temperaturmålinger	87
Bilag 13.4	Temperatur i grundvandsmonitoringsboringer	102
BILAG 14	POTENTIALEKORT FOR GRUNDVAND	103
Bilag 14.1	Potentialekort	104
Bilag 14.2	Udvikling i grundvandspotentiale.....	106
Bilag 14.3	Pejleresultater.....	107
BILAG 15	VAKUUMUDBREDELSE	108
Bilag 15.1	Trykmålinger i monitoringsboringer.....	109
BILAG 16	PRÆCISIONSNIVELLEMENT	110
Bilag 16.1	Boltplan.....	111
Bilag 16.2	Præcisionsnivelement	112
BILAG 17	MILJØVURDERING	113
Bilag 17.1	Antagelser i detaljeret miljøvurdering	114

Bilag 1 Situationsplaner

Bilag 1.1 Oversigtskort med in-situ anlæg og monitoringsboringer



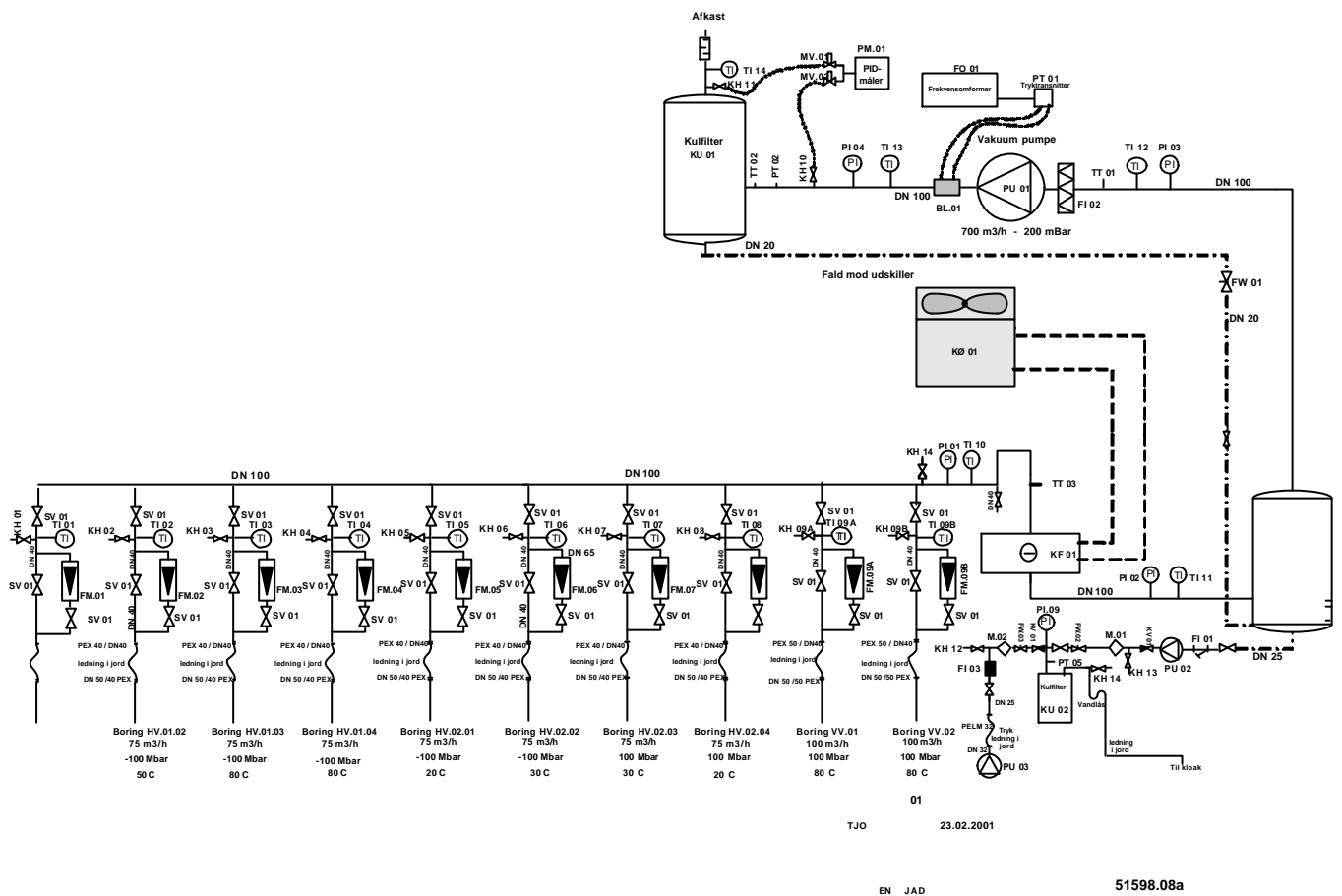
Bilag 1.2 Ledningstrace



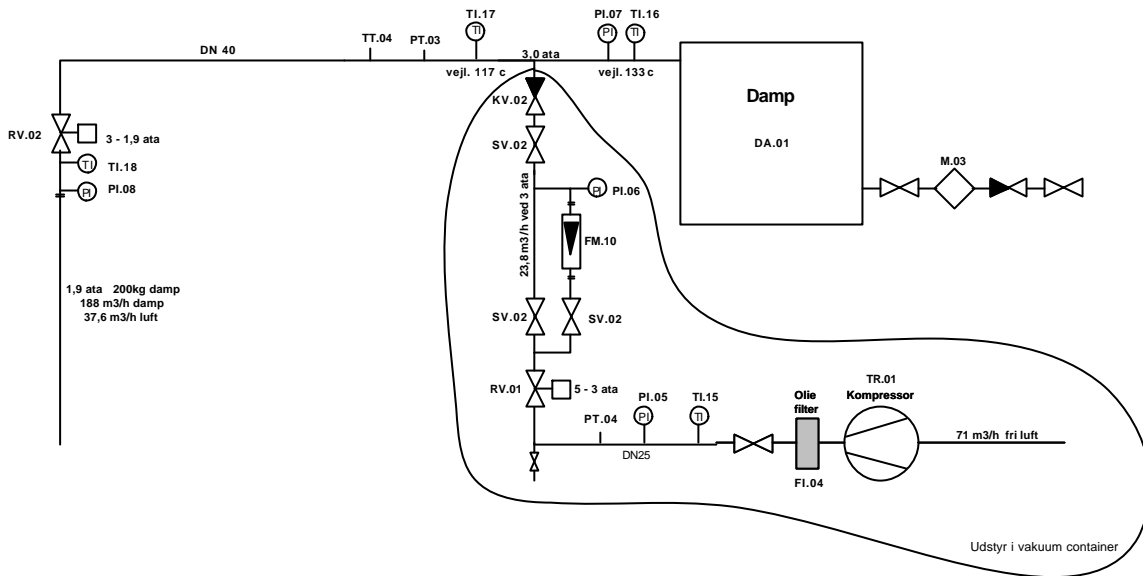
Bilag 2
anlæg

Principskitser in-situ

Bilag 2.1 Principskitse vakuumanlæg

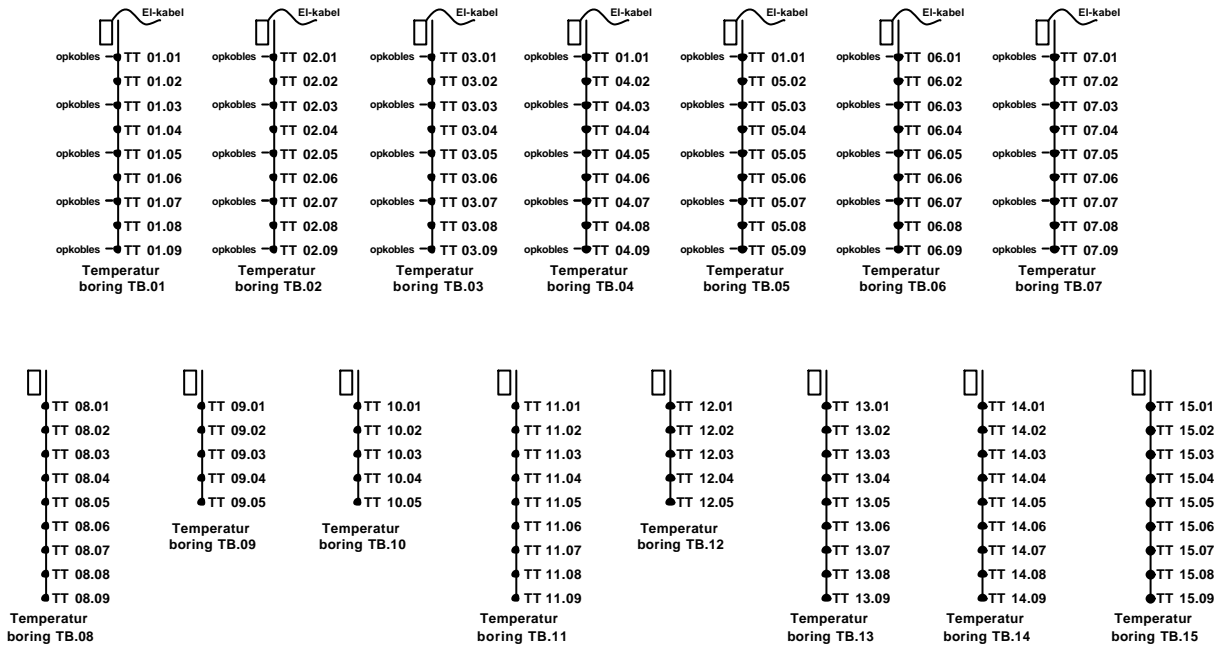


Bilag 2.2 Principskitse trykluft- og dampanlæg



Udgave									
Udarb.	Kontroll.	Godk.	Dato	Mål	Dokument nr.	Rev.			
Vesterbro 28-30, Odense		Trykluft og damp system							
COWI	Udarb. TJO	Kontr. EN	Godk. JAD	Date. 09.06.2000	Mål -	Dokument nr. 51598.07			

Bilag 2.3 Principskitse af temperaturmålinger



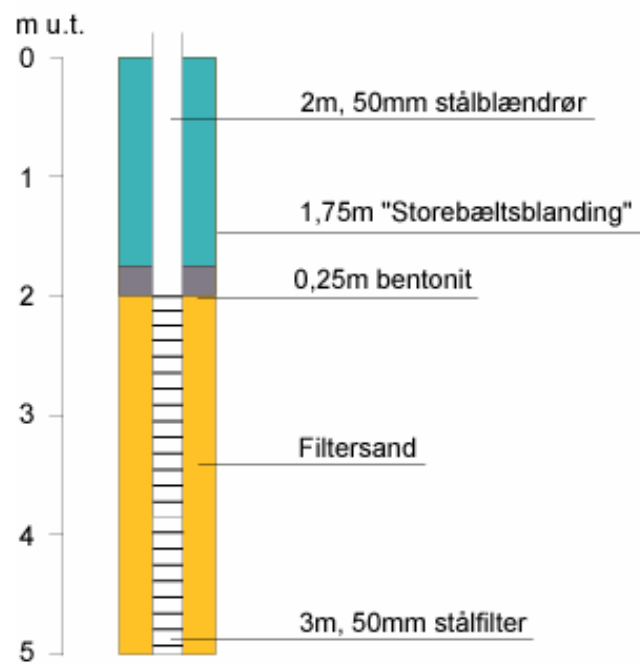
Stik og koblings box for temperatur borer

Udgave									
Udarb.	Kontr.	Godk.	Dato						
TJO	TJR	JAD	09.06.2000						
Vesterbro 28-30, Odense					Temperatur borer				
COWI		Udarb. TJO	Kontr. TJR	Godk. JAD	Dato. 09.06.2000	Mål -	Dokument nr. 51598.08b	Rev. 00	

Bilag 3 Principskitser for boringsopbygning

Bilag 3.1 Vertikal vakuumentilationsboring

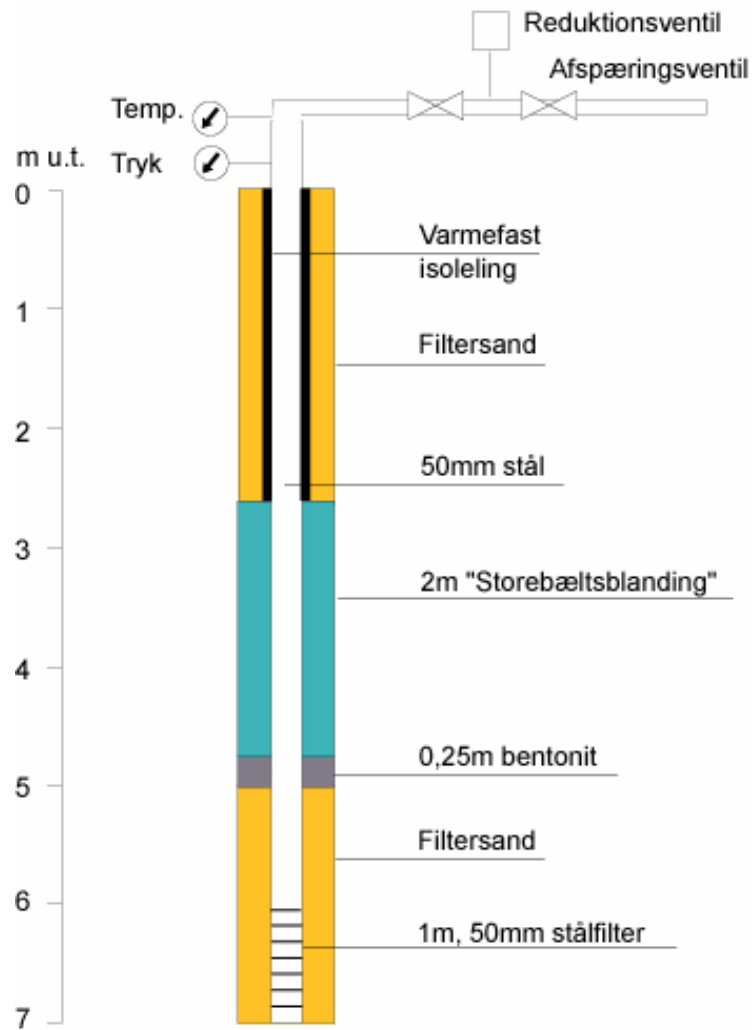
Vertikal ventilationsboring
Dokument nr. 51598-13-2



Bilag 3.2 Dampinjektionsboring

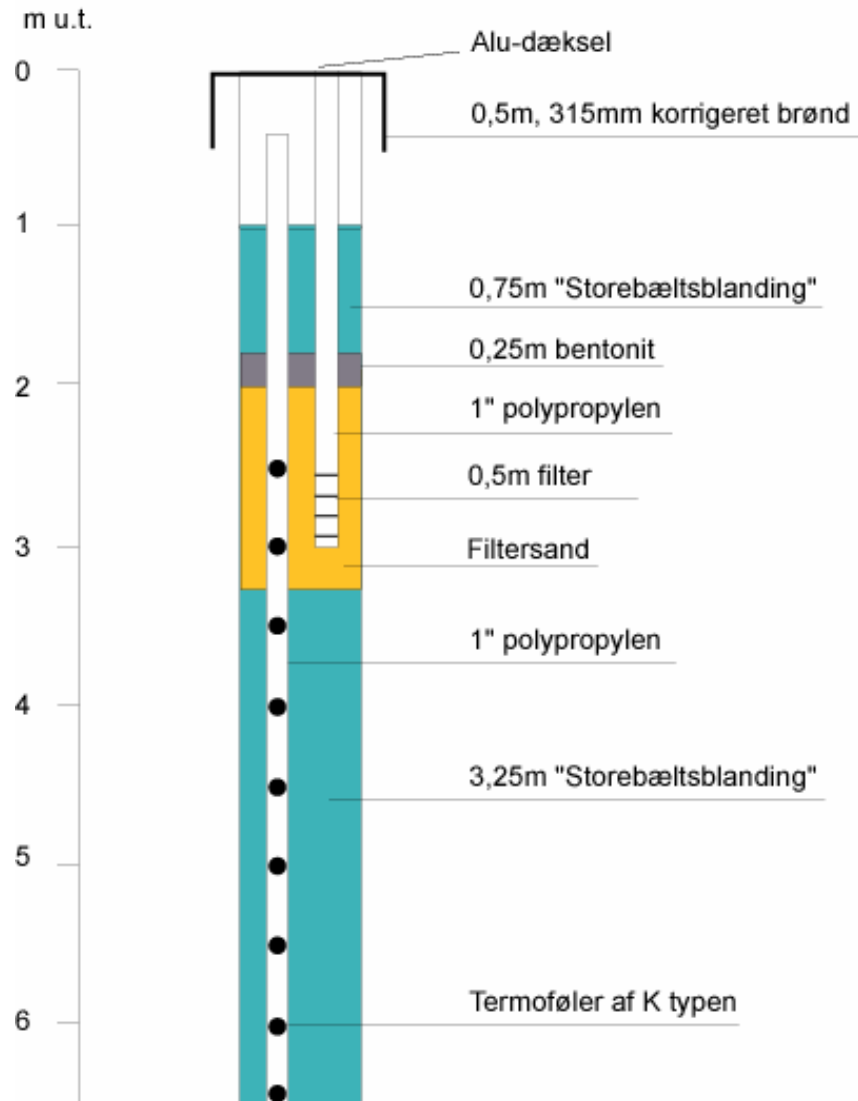
Vertikal dampinjektionsboring

Dokument nr. 51598-13-3



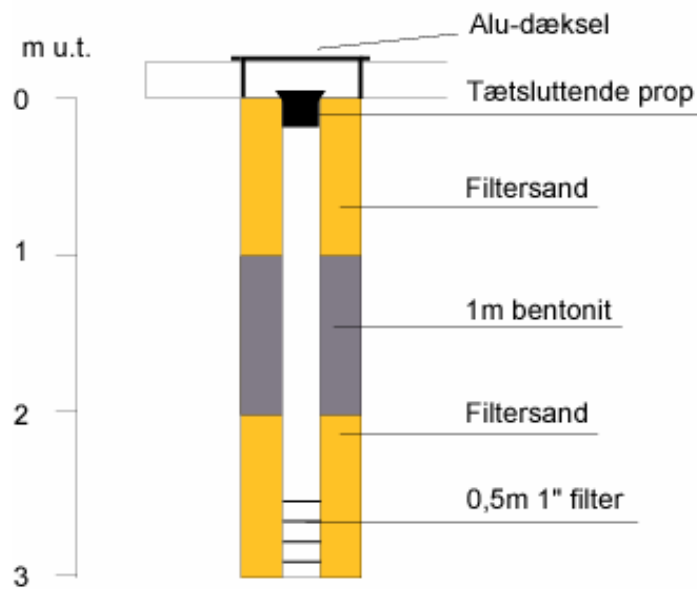
Bilag 3.3 Temperaturboring

Temperaturboring
Dokument nr. 51598-13-5



Bilag 3.4 Poreluftboring

Poreluftboring
Dokument nr. 51598-13-6



Bilag 3.5 Indretning af horisontale boringer

Boring		HV101	HV102	HV103	HV104	HV201	HV202	HV203	HV204
Funktion		Horisontal ventilationsboring med 4 delstreng				Horisontal ventilationsboring med 4 delstreng			
Placering		Baggård Vestebro 34 Vestebro 32	Vestebro 32 og Vestebro 30	Vestebro 30 og Vestebro 28 (ved vaskespidstank)	Vestebro 28, fornu til Vestebro	Baggård Vestebro 34, Vestebro 30 Vestebro 32, Vestebro 30	Vestebro 28, baggård (gårdrave, Vestebro 28 (bagplade)	Vestebro 26 (under kælder)	
Dybde boring	m u.t.	3,7-3,9	4,0-4,0	4,1-4,2	4,2-4,3	4,4-4,5	4,4-4,3	4,3-4,2	4,2-4,3
Filterstrækning	m u.t.	6 m	6 m	6 m	6 m	7 m	7 m	7 m	7 m
Filtermateriale		ø50 mm (indvendig diameter) stålror med 12 mm huller belagt med 3 mm væv med en sikse på 100 my. Belagt med en beskyttende messingplade med 5 mm huller							
Blendror		18 m blendror af ø50 mm stål, indvendig diameter.				20 m blendror af ø50 mm stål, indvendig diameter.			
Boremudder		Biologisk nedbrydelig polymer tilsat 1% bentonit							
Skyning		Vedpumpet saltvandsblanding for at nedbryde bentonit. Herefter nedpumpet ca. 112 l vand tilsat Hexamer fosfat (ca. 1 kg pr 100 l vand). Skyllt med 700 l vand i hver filter.							
Gruskastning		ingen				ingen			
Forsøgning	m u.t.	Blendror er forseglet med storebælsblanding fra boregrube og til en strækning på 10-15 m fra boregrube.				Blendror er forseglet med storebælsblanding fra boregrube og til en strækning på 10-15 m fra boregrube			

Bilag 3.6 Indretning af vertikale boringer

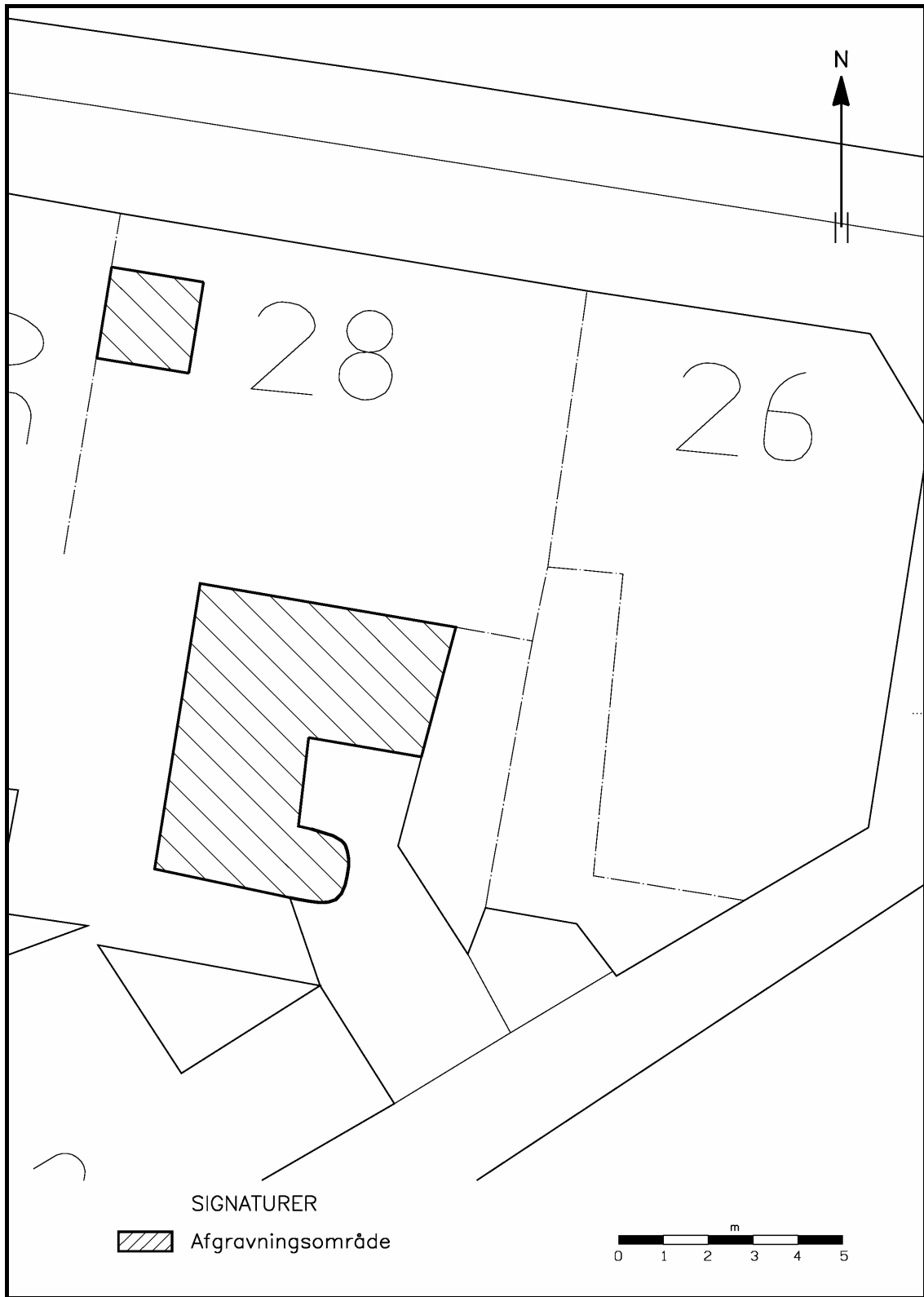
Boring		V1	V2	DB1	AV1
Funktion		Vertikal ventilationsboring	Vertikal ventilationsboring	Dampinjektionsboring	Afvægeboring, grundvand
Placering		Vesterbro 28, ved væskespildtank	Vesterbro 28, baggård ved kemikalelager	Vesterbro 28, ved væskespildtank	Vesterbro 28, baggård
Dybde boring	m	7,5	6,0	7,5	10,8
Filersætning	m u.t.	2,0-5,0	2,0-6,0	5,9-6,9	5,9-9,9 (sump fra 9,9-10,9)
Filtmateriale		ø50 mm (indvendig diameter) stålror med 12 mm huller belagt med 3 mm væv med en slidse på 100 my. Belagt med en beskyttende messingplade med 5 mm huller	ø63 mm Polypropylen (PP) med ø100 my slidser	ø50 mm (indvendig diameter) stålror med 12 mm huller belagt med 3 mm væv med en slidse på 100 my. Belagt med en beskyttende messingplade med 5 mm huller	ø110 mm PP-rør (polypropylen), udvendig diameter. Fra 5,9-6,9 m er der 0,4 mm slidser og fra 6,9-9,9 er der 0,1 mm slidser
Blænderør		ø50 mm stål, indvendig diameter	Polypropylen (PP)	ø50 mm stålror, indvendig diameter	ø110 mm PP-rør (polypropylen), udvendig diameter
Gruskastning		Lund 2 med korntørrelse 0,7 - 1,2 mm	Lund 2 med korntørrelse 0,7 - 1,2 mm	Lund 0 med korntørrelse 0,2-0,6 mm	Lund 1 med korntørrelse 0,4 - 0,8 mm beskyttet med ø 75 my væv
Forsøgning med storebælsblanding	m u.t.	0,25 - 2,0 og 5,0 - 7,5	0,5 - 1,9	2,0 - 5,0	3,0 - 4,7

Bilag 3.7 Indretning af temperaturboringer

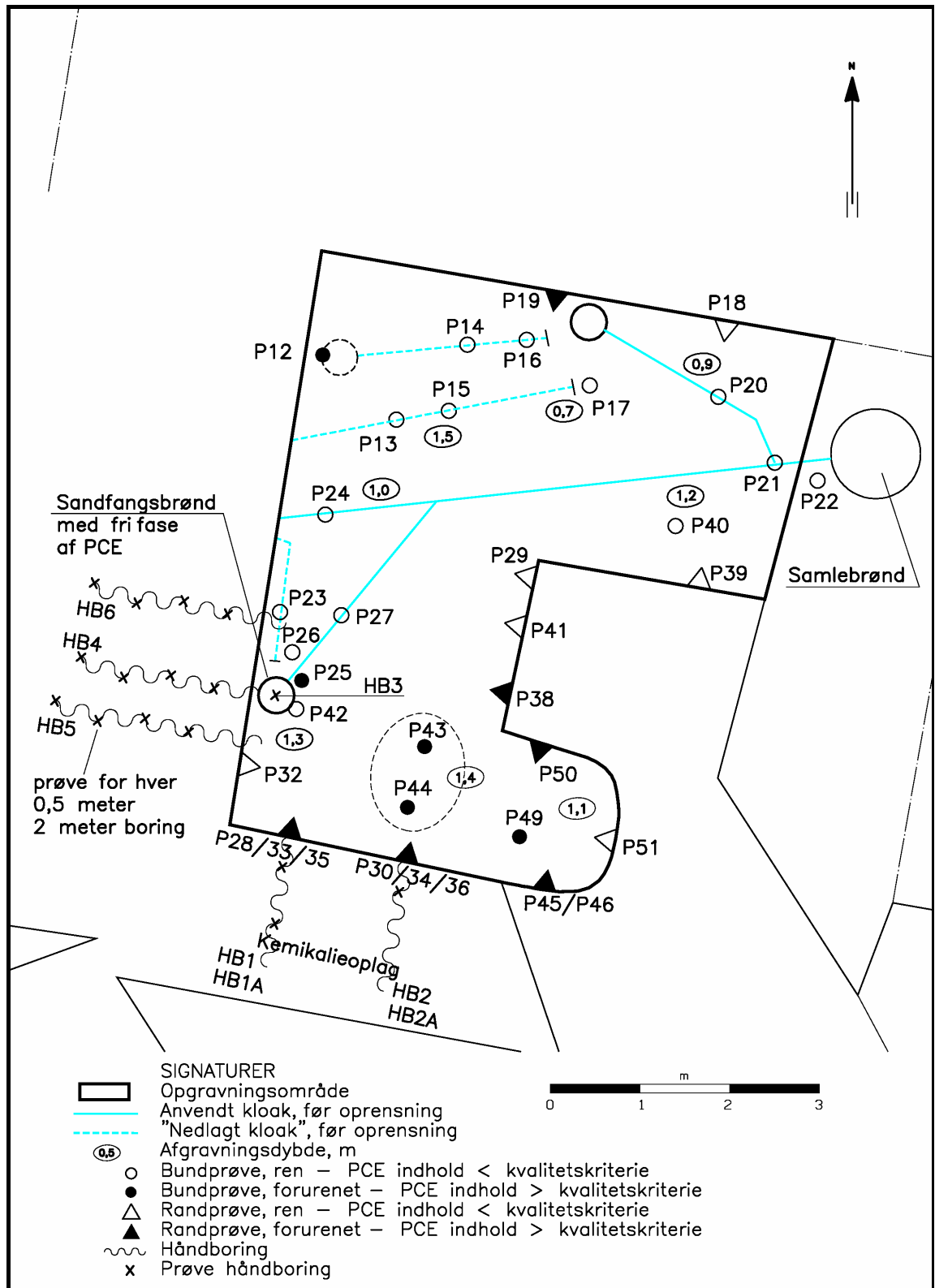
Temperaturboring	TB1	TB2	TB3	TB4	TB5	TB6	TB7	TB8	TB9	TB10	TB11	TB12	TB13	TB14	TB15
Adresse	Vestertro 32, gng	Vestertro 32, baggårds	Vestertro 30, stue	Vestertro 30, stuekollekt	Vestertro 28, ved dampboring	Fortov, ud for Vestertro 28	Vestertro 28, stngerum	Fortov, mod Vestertro 32	Vestertro 34, cykelkæder	Falten 3, kølekedler	Vestertro 28, baggårds	Vestertro 28, kæder	Vestertro 28, mellemgang	Fortov, mod Vestertro 21	Fortov, mod Vestertro 21
Placering af temperaturfølere	Erhæd opkøling	SFO- opkøling	Manuel opkøling	SFO- opkøling	Manuel opkøling	SFO- opkøling	Manuel opkøling	SFO- opkøling	Manuel opkøling	Manuel opkøling	Manuel opkøling	Manuel opkøling	Manuel opkøling	Manuel opkøling	Manuel opkøling
1,5 m ut	TT1.00		TT3.00		TT5.00	TT6.00	TT8.00			Kæder	Kæder			TT14.00	TT15.00
2,5 m ut	TT1.01	TT2.01	TT3.01	TT4.01	TT5.01	TT6.01	TT7.01	TT8.01				TT11.01	TT13.01	TT14.01	TT15.01
3 m ut	TT1.02	TT2.02	TT3.02	TT4.02	TT5.02	TT6.02	TT7.02	TT8.02				TT11.02	TT13.02	TT14.02	TT15.02
3,5 m ut	TT1.03	TT2.03	TT3.03	TT4.03	TT5.03	TT6.03	TT7.03	TT8.03				TT11.03	TT13.03	TT14.03	TT15.03
4 m ut	TT1.04	TT2.04	TT3.04	TT4.04	TT5.04	TT6.04	TT7.04	TT8.04				TT11.04	TT13.04	TT14.04	TT15.04
4,5 m ut	TT1.05	TT2.05	TT3.05	TT4.05	TT5.05	TT6.05	TT7.05	TT8.05	TT9.01	TT10.01	TT11.05	TT12.01	TT13.05	TT14.05	TT15.05
5 m ut	TT1.06	TT2.06	TT3.06	TT4.06	TT5.06	TT6.06	TT7.06	TT8.06	TT9.02	TT10.02	TT11.06	TT12.02	TT13.06	TT14.06	TT15.06
5,5 m ut	TT1.07	TT2.07	TT3.07	TT4.07	TT5.07	TT6.07	TT7.07	TT8.07	TT9.03	TT10.03	TT11.07	TT12.03	TT13.07	TT14.07	TT15.07
6 m ut	TT1.08	TT2.08	TT3.08	TT4.08	TT5.08	TT6.08	TT7.08	TT8.08	TT9.04	TT10.04	TT11.08	TT12.04	TT13.08	TT14.08	TT15.08
6,5 m ut	TT1.09	TT2.09	TT3.09	TT4.09	TT5.09	TT6.09	TT7.09	TT8.09	TT9.05	TT10.05	TT11.09	TT12.05	TT13.09	TT14.09	TT15.09
Dybde boring	m	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	4,5	4,5	6,5	4,5	6,5	6,5
Prevedfilter	m ut 2,5-3,0	2,5-3,0	2,5-3,0	2,5-3,0	2,5-3,0	2,5-3,0	2,5-3,0	2,5-3,0	0-1,5 under kædergulv	1,0-1,5 under kædergulv	2,5-3,0 under kædergulv	2,5-3,0	2,5-3,0	2,5-3,0	2,5-3,0
Forsøjning med storetæksblanding	m ut 0,5-2,0 og 3,25-6,5	0,5-2,0 og 3,25-6,5	0,5-2,0 og 3,25-6,5	0,5-2,0 og 3,25-6,5	0,5-2,0 og 3,25-6,5	0,5-2,0 og 3,25-6,5	0,5-2,0 og 3,25-6,5	0,5-2,0 og 3,25-6,5	0,2-0,7 og 1,7-4,5 m u. Kædergulv	0,2-0,7 og 1,7-4,5 m u. Kædergulv	0,5-2,0 og 3,25-6,5 Kædergulv	0,2-0,7 og 1,7-4,5 m u. 3,25-6,5 Kædergulv	0,5-2,0 og 3,25-6,5	0,5-2,0 og 3,25-6,5	0,5-2,0 og 3,25-6,5
Bemærkning									Kædergulv ca. 2 m ut	Kædergulv ca. 2,2 m ut		Kædergulv ca. 2 m ut			

Bilag 4 Jordafgravning

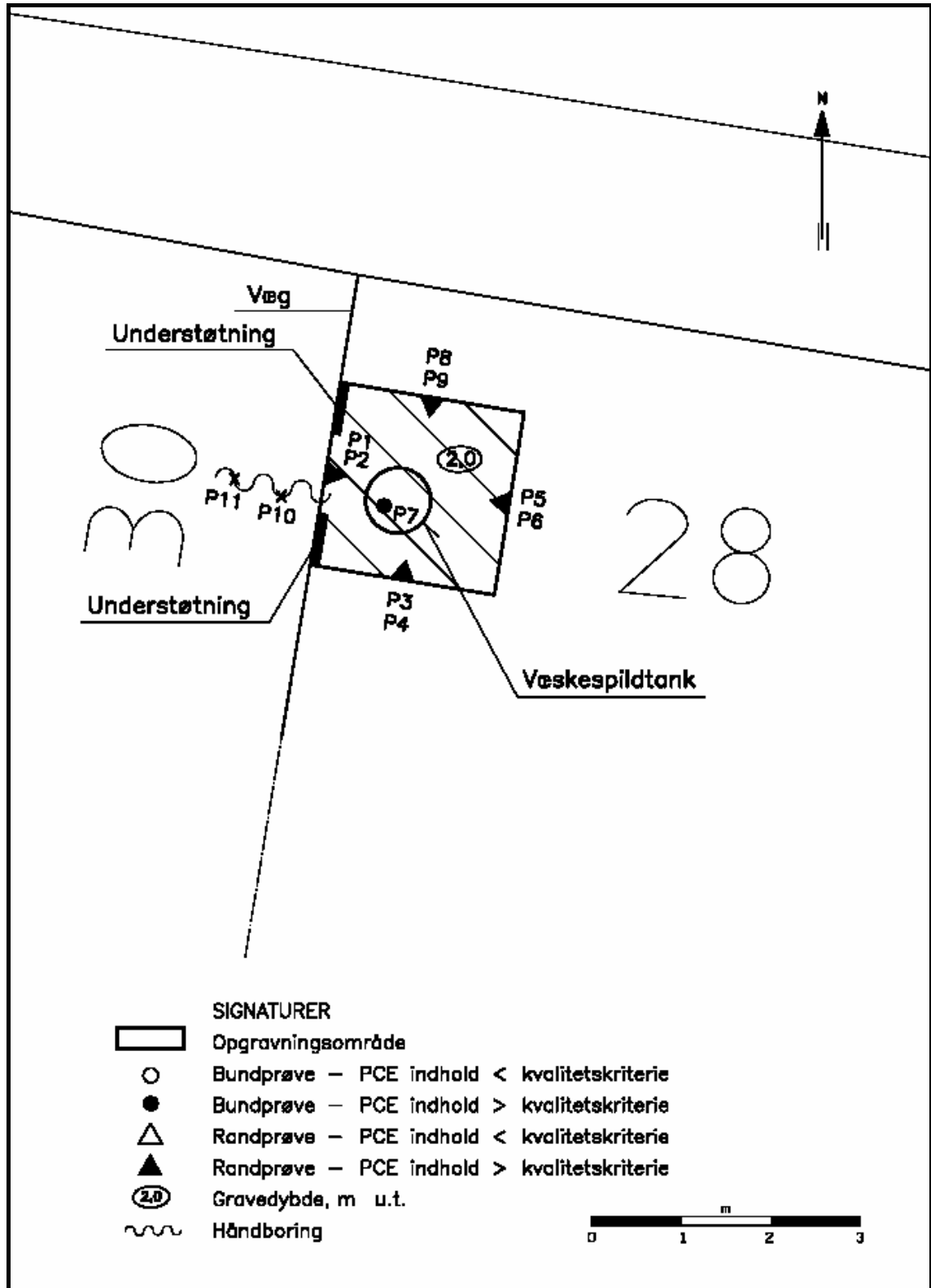
Bilag 4.1 Situationsplan med angivelse af afgravningsområde



Bilag 4.2 Situationsplan med angivelse af afgravningsområde (baggård) og dokumentationsprøver



Bilag 4.3 Situationsplan med angivelse af afgravningsområde (butik) og dokumentationsprøver



Bilag 4.4 Analyseresultater for dokumentationsprøver ved væskespildtank

Prøvenr.	Dybde [m u.t.]	Udtagningssted	Trichlormethan [mg/kg TS]	1,1,1-Trichlor-ethan [mg/kg TS]	Tetrachlormethan [mg/kg TS]	Trichlorethylen [mg/kg TS]	Tetrachlorethylen [mg/kg TS]
Område1, ved væskespildtank, Vesterbro 28							
P1	0,50	Randprøve, vest	<	<	<	0,038	85
P2	1,5	Randprøve, vest mod Vesterbro 30	<	<	<	0,054	26000
P3	0,5	Randprøve, syd					
P4	1,5	Randprøve, syd					
P5	0,5	Randprøve, øst					
P6	1,5	Randprøve, øst					
P7	2,0	Bundprøve					
P8	0,50	Randprøve, nord	<	<	<	0,031	62
P9	1,50	Randprøve, nord					
P10	1,5	Horisontal boring ind under fundament til Vesterbro 30 (0,5 m)	<	<	<	<	0,23
P11	1,5	Horisontal boring ind under fundament til Vesterbro 30 (1,0 m)					
Detektionsgrænse			0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Kvalitetskriterier			50	200	5	5	5

Bilag 4.5 Analyseresultater for dokumentationsprøver i baggård

Provenr.	Dybde * [m u.t.]	Prøvetype	Udtagningssted	Trichlor- methan [mg/ka TS]	1,1,1-Trichlor- ethan [mg/ka TS]	Tetrachlor- methan [mg/ka TS]	Trichlor- ethvlen [mg/ka TS]	Tetrachlor- ethvlen [mg/ka TS]
Område 2, baggård til Vesterbro 28								
P12	0,7	bund	Under gl. brønd ved fundament	<	<	<	0,043	15
P13	0,7	bund	Under gl. kloak fra husafløb					
P14	0,5	bund	Under gl. kloak					
P15	1,5	bund	Under kloak ,ydside ved AV1					
P16	0,5	bund	Under inderste kloak					
P17	0,7	bund	Ved tagnedløb					
P18		rand	Vest for tagbrønd , under nedlagt kloak					
P19	0,7	rand	mod renseribygning	<	<	<	0,026	7,2
P20	0,9	bund	Ved kloak fra tagnedløb , ved samlebrønd					
P21	1,3	bund	Under eksisterende kloak					
P22	1,3	bund	Ved samlebrønd					
P23	0,5	bund	Under gl. kloak (sløjfet)	<	<	<	0,03	0,96
P24	1,0	bund	Under kloak fra wc					
P25	1,0	bund	under tagbrønd , tæt ved sandfangsbrønd	<	<	<	0,068	8,4
P26	0,5	bund	Under gl. kloak					
P27	1,1	bund	Under kloak fra tagbrønd					
P28	0,7	rand	ved kemikalieoplag , tønder	<	<	<	0,033	10
P29	0,7	rand	mod øst					
P30	0,7	rand	ved kemikalieoplag , tønder	<	<	<	0,031	9,3
P32		rand	mod baglokale , sydvest					
P33	0,1	rand	under beton , ved kemikalieoplag					
P34	0,1	rand	ved kemikalieoplag					
P35	1,0	rand	ved kemikalieoplag					
P36	1,1	rand	ved kemikalieoplag					
P38	0,5	rand	mod øst					
P39	0,5	rand	mod syd					
P40	1,2	bund	mod nordøst					
P41	0,7	rand	mod øst					
P42	1,3	bund	under sandfangsbrønd med fri fase	<	<	<	0,03	0,96
P43	1,4	bund	ved tømning af sandfangsbrønd					
P44	1,4	bund	ved tømning af sandfangsbrønd					
P45	0,3	rand	mod syd , port					
P46	0,8	rand	mod syd , port					
P49	1,1	rand	mod øst , ved port					
P50	0,8	rand	mod øst , ved port					
P51	0,6	rand	mod øst , ved port					
Håndboringer, baggård, Vesterbro 28								
HB1	0,7/0,5		Horisontal boring ind under kemikalieoplag, vest					
HB2	0,7/0,5		Horisontal boring ind under kemikalieoplag, øst					

Bilag 5 Tilsynsskema og moniteringsomfang

Bilag 5.1 Tilsynsskema for vakuumentilering

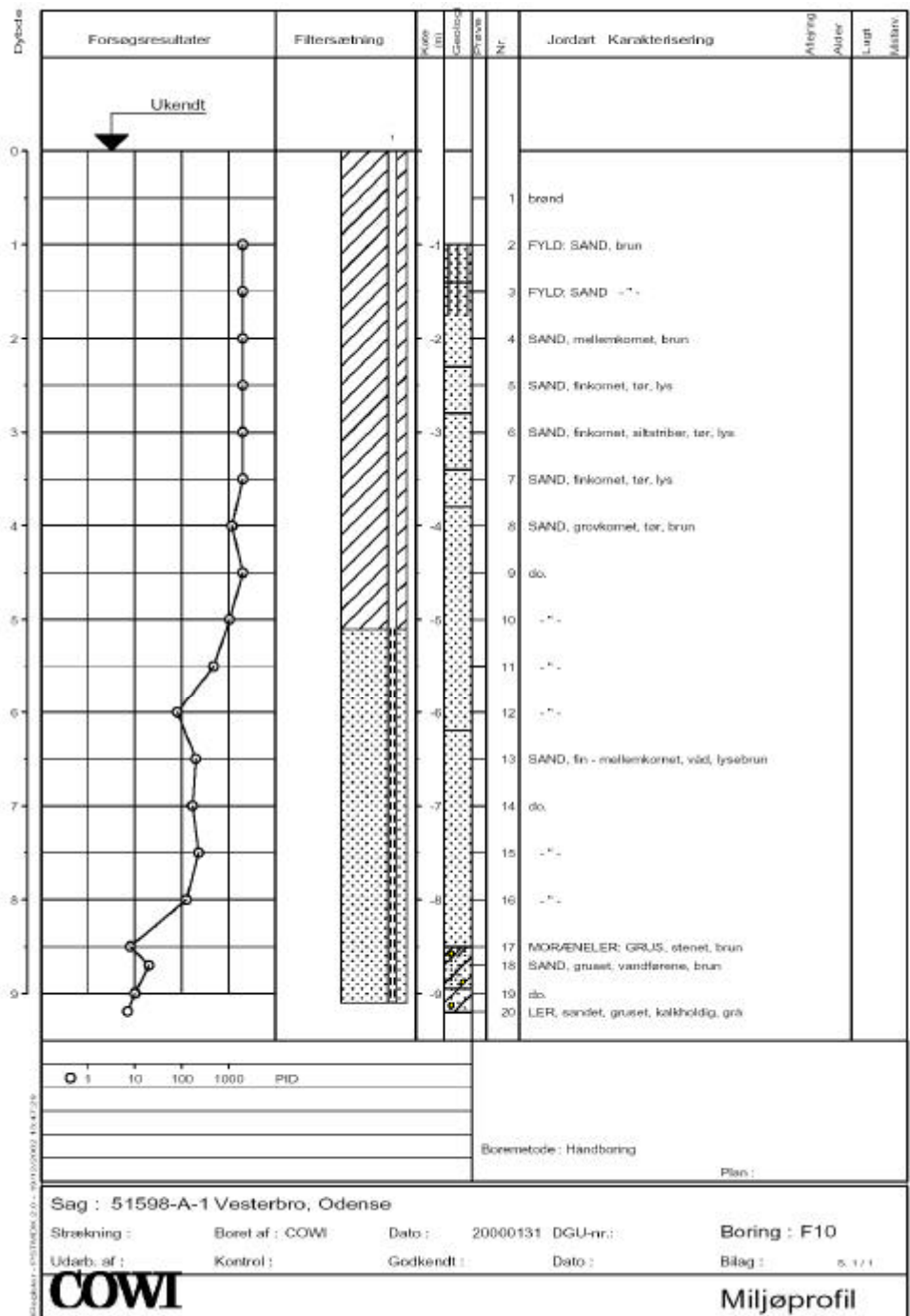
Tilsynsskema: Vesterbro 28-30, Odense.									
COWI sagsnr.: P-51598									
Dato:				Uge nr:				Tilsynsrunde:	
Kl:				Tilsyn:					
Målepunkt	Type	Placering	Enhed	Frekvens	Analyse	Manuel		Antal	Bemærkning
Målinger og overvågning af grundvand og kondensvand i forbindelse med anlæg									
KH12	Vandprøve	Efter grundvandspumpe PU03	Mg/l	Iflg. Program	GC/MS			1	
M02	Vandmåler	Efter grundvandspumpe PU03	m³	1/time				1	
P109	Tryk	Før kulfilter	Atm	1/uge				1	
M01	Vandmåler	Efter vandudskillerpumpe PU02	m³	1/time				1	
KH13	Vandprøve	Efter vandudskillerpumpe PU02	Mg/l	Iflg. Program	GC/MS			1	
KH14	Vandprøve	Efter kulfilter	Mg/l	Iflg. Program	GC/MS			1	
Målinger og overvågning af vakuumanlæg ved drift									
P101	Tryk	Før køler KF01	mbar	1/uge				1	
T110	Temp	Før køler KF01	C°	1/uge				1	
P102	Tryk	Efter køleflade og før udskiller VU01	mbar	1/uge				1	
T111	Temp	Efter køleflade og før udskiller VU01	C°						
P103	Tryk	Før vakuumpumpe PU01	mbar	1/uge				1	
T112	Temp	Før vakuumpumpe PU01	C°	1/uge				1	
T113	Temp	Efter vakuumpumpe PU01	C°	1/uge				1	
P104	Tryk	Efter vakuumpumpe PU01	mbar	1/uge				1	
T114	Temp	Efter kulfilter	C°	1/uge				1	
KH10	Luftprøve	Før kulfilter, PID	ppm	1/time	PID			1	
KH11	Luftprøve	Efter kulfilter, PID	ppm	1/time	PID			1	
I Container	Luftprøve	I container, PID	ppm						
KH10	Luftprøve	Før kulfilter, kulrør	Mg/m³	Iflg. Program	GC/MS			1	
KH11	Luftprøve	Efter kulfilter, kulrør	Mg/m³	Iflg. Program	GC/MS			1	
Vacuumstreng						FLOW m³/h	Temperatur C°	PID (PPM)	
VV1	Flowmåler	Før manifold (FM09, TI09)		1/uge				10	
VV2	Flowmåler	Før manifold (FM09B, TI09B)		1/uge					
HV101	Flowmåler	Før manifold (FM01, TI08)		1/uge					
HV102	Flowmåler	Før manifold (FM02, TI07)		1/uge					
HV103	Flowmåler	Før manifold (FM03, TI06)		1/uge					
HV104	Flowmåler	Før manifold (FM04, TI05)		1/uge					
HV201	Flowmåler	Før manifold (FM05, TI02)		1/uge					
HV202	Flowmåler	Før manifold (FM06, TI03)		1/uge					
HV203	Flowmåler	Før manifold (FM07, TI04)		1/uge					
HV204	Flowmåler	Før manifold (FM08, TI01)		1/uge					
SRO-anlæg									
Flow	Flowmåler		m³/h						
TT02			C°						
EL			kWh						

Bilag 5.2 Tilsynsskema for dampinjektion

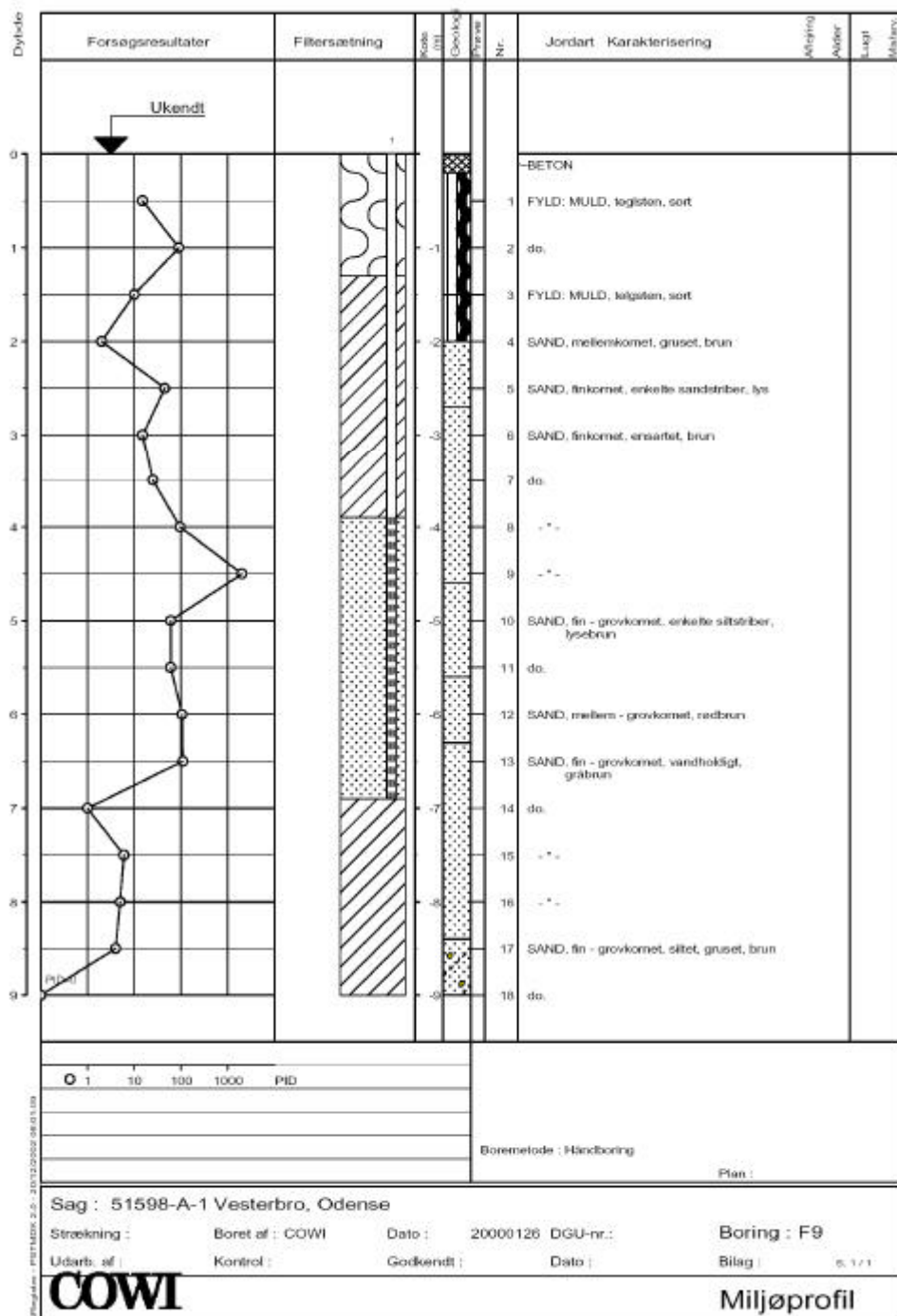
Tilsynsskema: Vesterbro 28-30, Odense.						DAMP
COWI sagsnr.: P-51598						
Dato:			Uge nr:			Tilsynsrunde:
Kl:			Tilsyn:			
Målepunkt	Type	Placering	Enhed	Manuel		Bemærkning
Målinger og overvågning af damp						
		Container:				
RV01	tryk		bar			
TI15	temp		°C			
PI05	tryk		bar			
PI06	tryk		bar			
kompressor	tryk		bar			
kompressor	temp		°C			
		Butik Vesterbro 28:				
TI18	temp		°C			
PI18	tryk		bar			
		Bag dampcontainer:				
Vandmåler	forbrug		m3			notér tidspunkt
		SRO-anlæg:				
TT04	temp		°C			
PT03	tryk		bar			
PT04	tryk		bar			

Bilag 6 Boreprofiler

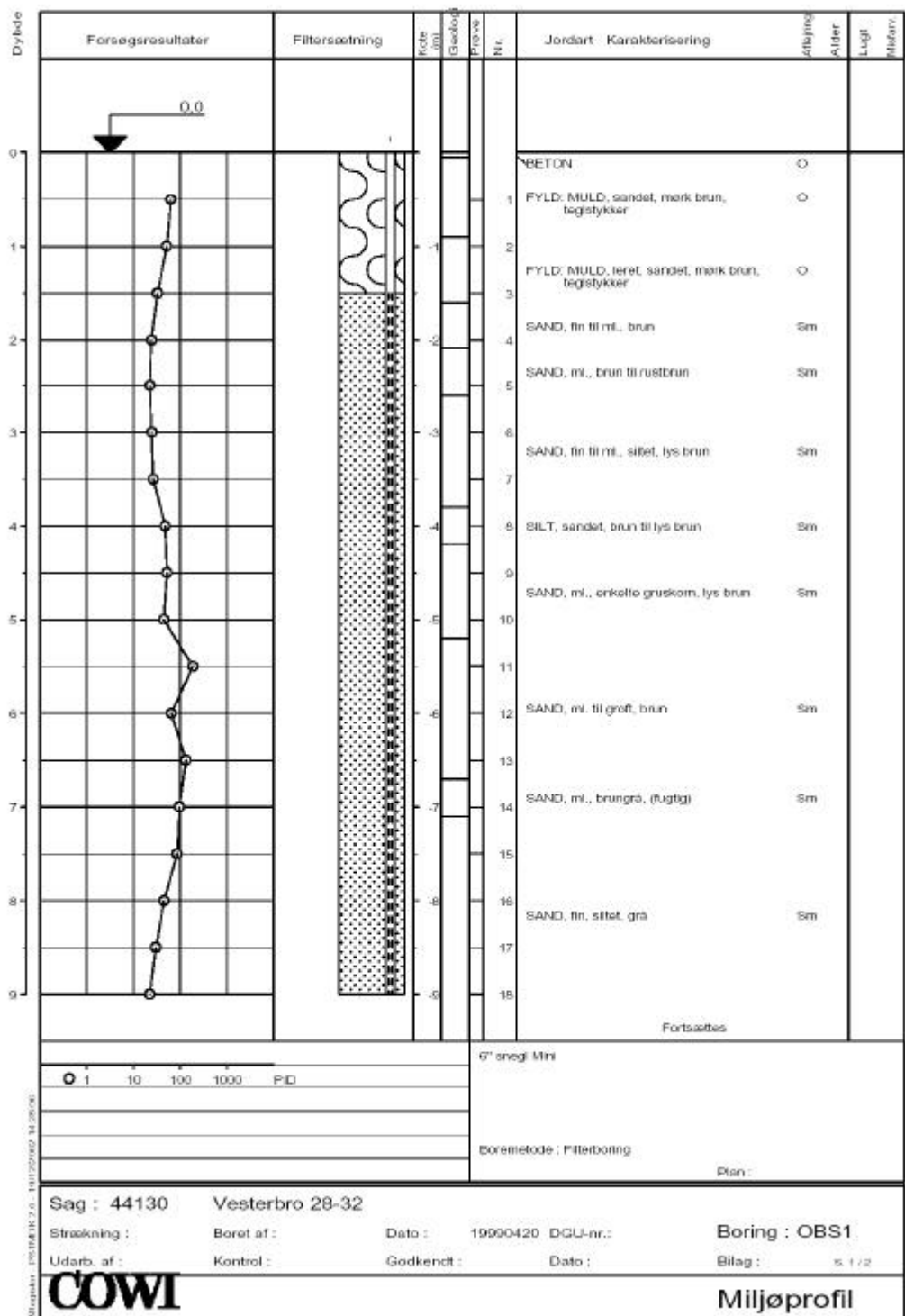
Bilag 6.1 Boreprofiler

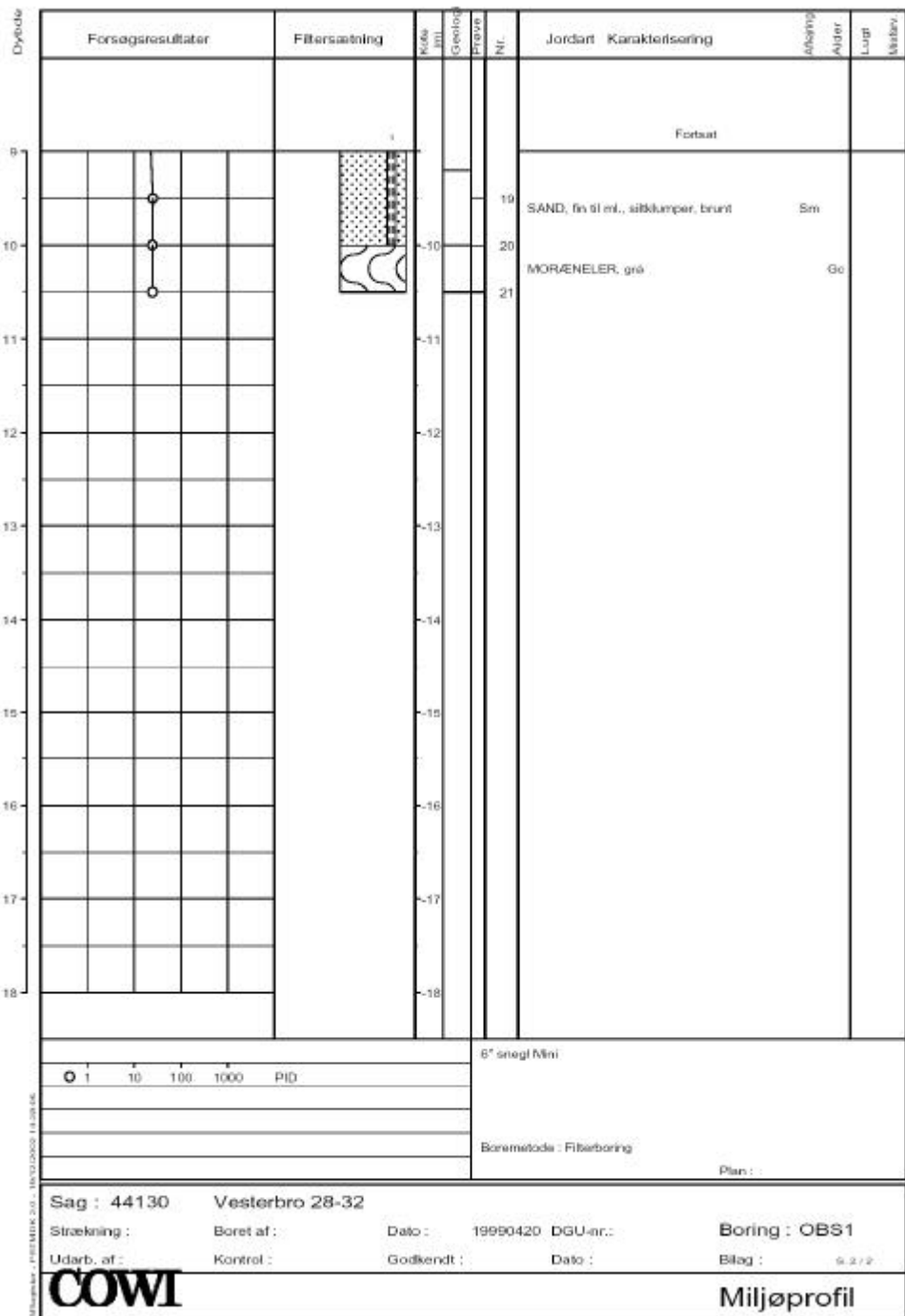


F10 er placeret gennem væskespil dtank i hotspot på Vesterbro 28.



F9 er placeret ca. 2 m fra hotspot tæt på TB3 inde på Vesterbro 30.





OBS1 er placeret i baggården til Vesterbro 28, se bilag 1.1.

Bilag 7 Driftproblemer

Bilag 7.1 Erfaringsopsamling driftproblemer

Problemets art	Gener	Afhjælpning	Virkning	Bemærkninger
Driftproblemer Vakuumelektraktion				
Støj fra vakuumpumpe og kølekompressor	Overskridelse af støjkrav om natten (>40 db)	Isoleringskasse omkring vakuumpumpe og flydende gulv	Støjdæmpning direkte omkring vakuumpumpen har stor dæmende virkning, men det giver en temperaturstigning på 10 - 20 c på tryksiden af pumpen. Flydende gulv forhindrer støj og vibrationer fra maskiner i at forplante sig til container kabinettet.	Under opbygningen af containeren har entreprenøren ønsket at prøve sig frem m.h.t støjdæmpning, således at dæmpningen ikke blev overgjort, og dermed var for dyr. Entreprenøren ønsker forslag til støjdæmpende foranstaltninger i udbudsmaterialet. F.eks. eksempler fra tidligere projekter hvor støjkravene er blevet overholdt.
		Kølekompressor flyttet til el-container.	Støjen fra kompressoren blev elimineret	Det er muligt at indkøbe en køleunit med et meget lavt støjniveau, men den koster naturligvis mere end en med et højt støjniveau.
		Ekstra isolering af rør fra kølekompressor.	Støjen fra rør blev dæmpet.	
		Køling standset fra okt. 2001.		
		Flow af ekstraheret poreluft nedsat.		
Højt modtryk i vakuumfiltre ved vakuumentilering under dampinjektion	Vakuumpumpe arbejder og støjer mere. Større opvarmning af ekstraheret luft gennem vakuumpumpen.	Horisontale vakuumstrengene renses med trykluft.	Reducerer modtrykket.	Når vakuumpumpen belastes mere vil støjniveauet stige, og temperaturen på afkastluften blive højere. Der har været en stor hjælp at vakuumpumpen kan frekvensreguleres.
		Isolering af vandudskiller og rør reducerer opvarmningen i containeren.	Senket temperatur i container.	Ved tilstrækkelig ventilering af containeren skal det ikke være nødvendigt at isolere.
		Udsugning fra isoleringskasse for at forbedre køling af vakuumpumpe.	Udsugning fra støjkassen gav lavere temperatur på afkastluften til kulfiltrene.	

Problemets art	Gener	Afhjælpning	Virkning	Bemærkninger
Køling af ekstraheret poreluft ikke tilstrækkelig.	Høj temperatur i afkastluft giver reduceret rensesgrad gennem kulfilter.	- Justering af lysningen i drænledningen, som drener sugeledningen for kølefladen, således at et minimum af varm luft ledes udenom kølefladen.	Lavere temperatur efter kølefladen	Bypass over kølefladen skal altid indreguleres efter den vandmængde der suges op.
		- Flow gennem kølekasse på mindst 525 m ³ /h. Falsk luft indtages.	Undgårtilfising af køleflade	Kølemaskinen kunne ikke reguleres ned og kølede derfor maksimalt, også når behovet var lavt. Kølemaskinen skal kunne reguleres ned og kølefladerne skal udlægges for en max overfladetemperatur på 2 C d.v.s. større flader.
Skdannelse på køleflade	Nedsat køleevne	Tidstyring af kølemaskinen, med stop i 2-3 minutter for hver time til afisning	Forbedret køleevne.	Kølemaskinen kunne ikke reguleres ned og kølede derfor maksimalt, også når behovet var lavt. Kølemaskinen skal kunne reguleres ned og kølefladerne skal udlægges for en max overfladetemperatur på 2 C d.v.s. større flader.
Alarm for høj vandstand i vandudskiller ude af funktion	Nedbrud af vakuumpumpe (fyldt med vand)	Vakuumpumpe repareret. Gennemgang af lensepumpe og alarm		Systemet er opbygget med dobbelt sikkerhed. Ved høj vandstand startes lensepumpe. Ved meget høj vandstand stoppes vakuumpumpen og der skal afgives alarm. Dette system har fungeret men der må være sket flere fejl i styringen på en gang.
Lensepumpe i vandudskiller ude af funktion	Lensepumpe kører kontinuert, men kan ikke pumpe vand (suger luft)	Lensepumpe renses. Problem kan evt. skyldes at niveau for start af lensepumpe sidder for højt eller stop for højt.	Hvis lensepumpen får luft kan den ikke suge vand til sig, og vandstanden stiger til alarmniveau	Problemet kan skyldes at luftstrømmen pisker vandet væk fra bunden af tanken, således at pumpen suger luft. Filteret på lensepumpen skal være større og ment at renses.

Problemet art	Gener	Afsløjning	Virkning	Bemærkninger
Driftproblemer Dampinjektion				
injektionsboring tilklokket	For højt modtryk ved dampinjektion (medfører for lav injektionsmængde)	Afsløring af dampboring med saltsyre. Trykhalt 24 timer i døgnet, også uden dampinjektion for at forhindre tilklokning.		Dampgeneratoren skal styres på blandingstemperaturen og trykløften på trykket, mængden skal indreguleres manuelt. Der skal etableres mulighed for konstant luftforsyning også når dampen ikke kører.
Hjælpes stop af dampgenerator	Vanskeligt at nå den ønskede opvarmning	Gennemgang af dampanlæg af leverandør. Fejl ikke fundet.		Damp-anlægget skal passes af uddannet personale. Og der skal gives tilhørmeldinger til udlejeren af dampanlægget ved ændringer af anlæg og styring. Der kan stilles krav til forsyningsikkerhed, men det koster. Det bør overvejes om bundbleshooting kan skal ske automatisk.
Nedbrud af vakuumentlerting uden at dampanlægget er standset. Fejl ved SRO- anlæg	Mulighed for ukontrolleret spredning af damp (dog ikke sket ved nedbruddene idet de er opdaget i tide)	Fejl ved SRO anlæg ikke fundet. Entrepenør tjekker anlægget manuelt (og via SRO) 2 gange døgnligt.		Fejl ved SRO-anlæg Generelt skal der før og under afleveringen testes for fejl og der skal afleveres en testrapport.
Stort varmetab fra vakuumeleksionsfiltere	Vanskeligt at opvarme jorden fra 2-4 m's dybde.	Flow fra vakuumeleksionsfiltere nedbrudt/stoppet (HV103, HV104 og VV1).		

Kategorie	Code	Beschreibung	Anzahl
Kategorie	Code	Beschreibung	Anzahl
Kategorie	Code	Beschreibung	Anzahl
Kategorie	Code	Beschreibung	Anzahl

Bilag 8 trykluft

Data for drift af damp og

Bilag 8.1 Data for dampinjektion

	TI. 18	PI.18
Dato	Temperatur [°C]	Tryk [bar]
06-06-2001	-	0,9
07-06-2001	-	0,9
08-06-2001	-	1,2
14-06-2001	106	1,3
21-06-2001	106	1,2
28-06-2001	110	0,9
05-07-2001	108	0,5
11-07-2001	110	0,75
12-07-2001	110	0,7
31-07-2001	108	0,5
10-08-2001	108	0,2
16-08-2001	108	0,5
23-08-2001	110	0,6
30-08-2001	117	1,3
06-09-2001	112	1,4

TI.18 Temperatur i injiceret damp

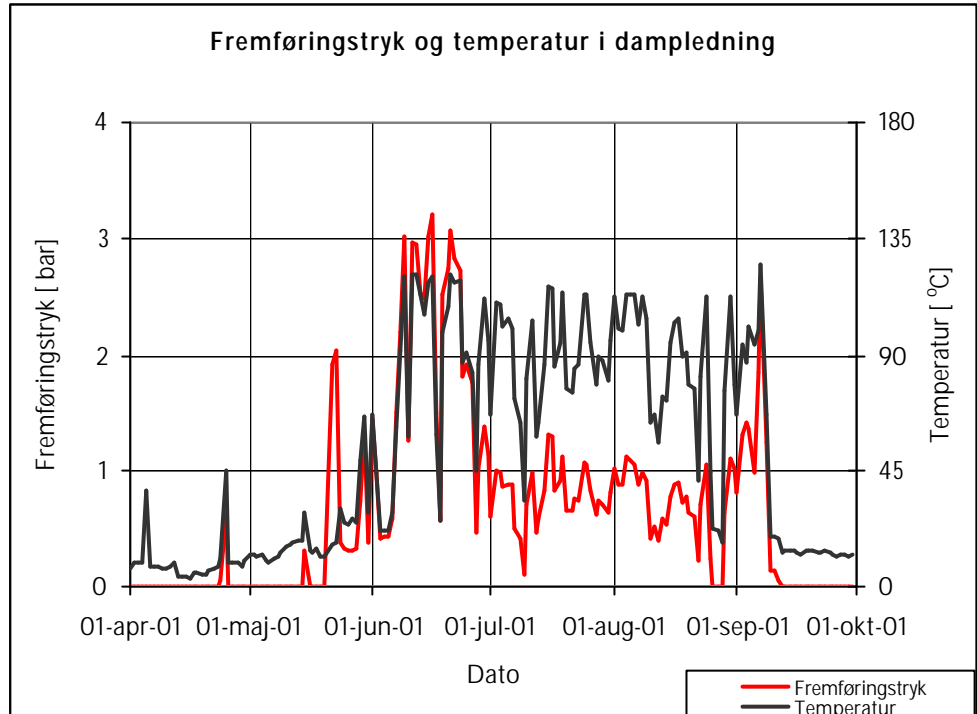
PI.18 Injektionstryk i dampboring

Bilag 8.2 Data for trykluft

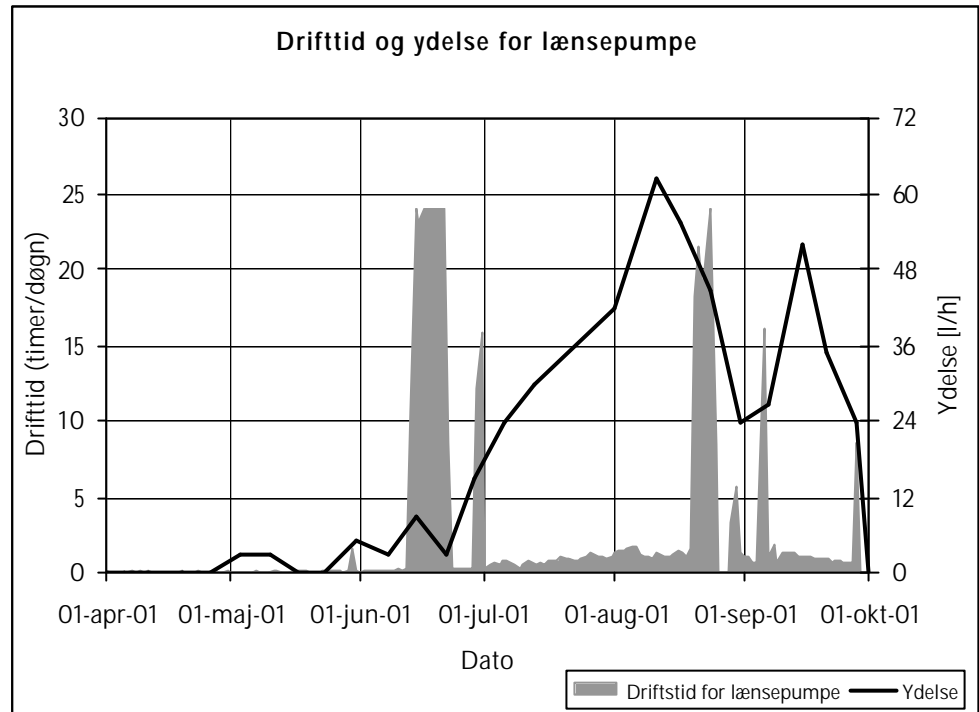
	FM.10	PI.06	TI.15
Dato	Flow [m ³ /h]	Tryk [bar]	Temperatur [°C]
08-jun-01	30	3,2	30
14-jun-01	27	3,4	30
21-jun-01	22	3,3	28
28-jun-01	40	1,8	35
05-jul-01	22	3,2	36
12-jul-01	21	3,5	30
31-jul-01	18-22	3,25	35
10-aug-01	20	3,5	33
16-aug-01	20	3,5	42
23-aug-01	20	3,45	35
30-aug-01	18	3,5	35
06-sep-01	14	3,75	24

Data for opblanding med damp

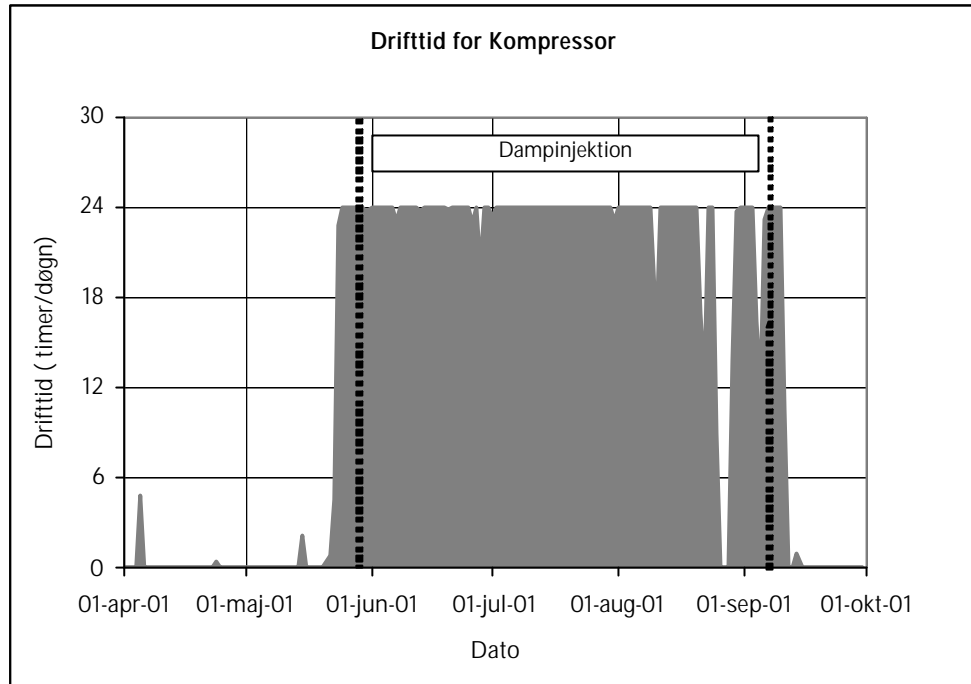
Bilag 8.3 Fremføringstryk og temperatur i dampledning



Bilag 8.4 Drifttid og ydelse for lænsepumpe



Bilag 8.5 Drifttid trykluft



Bilag 9 Data for vakuumstrengene

Bilag 9.1 Flow og temperatur i de enkelte vakuumstreng

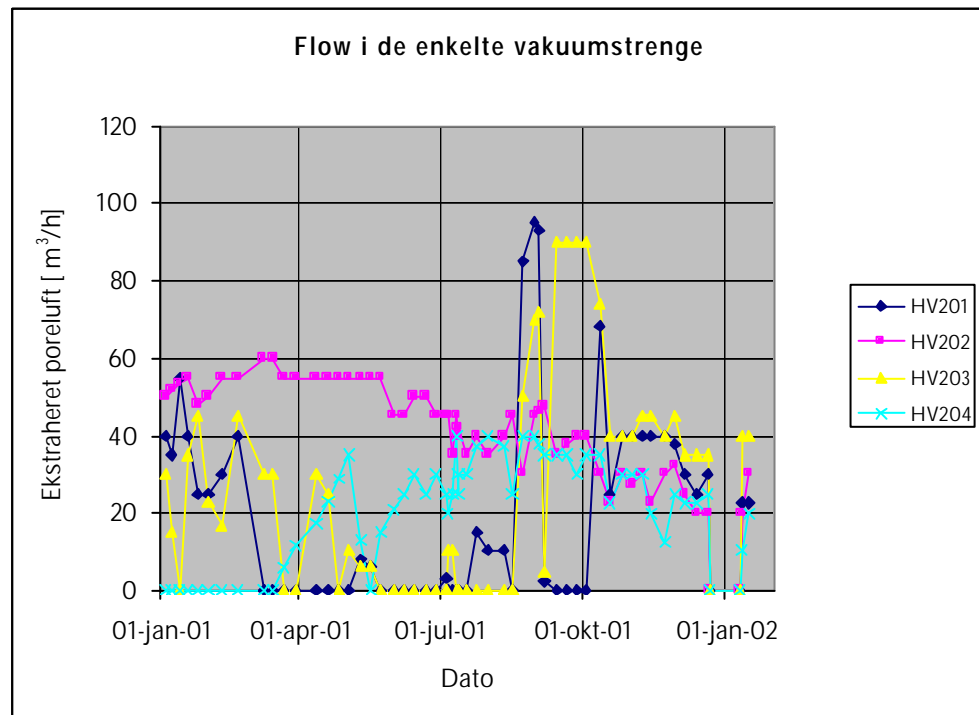
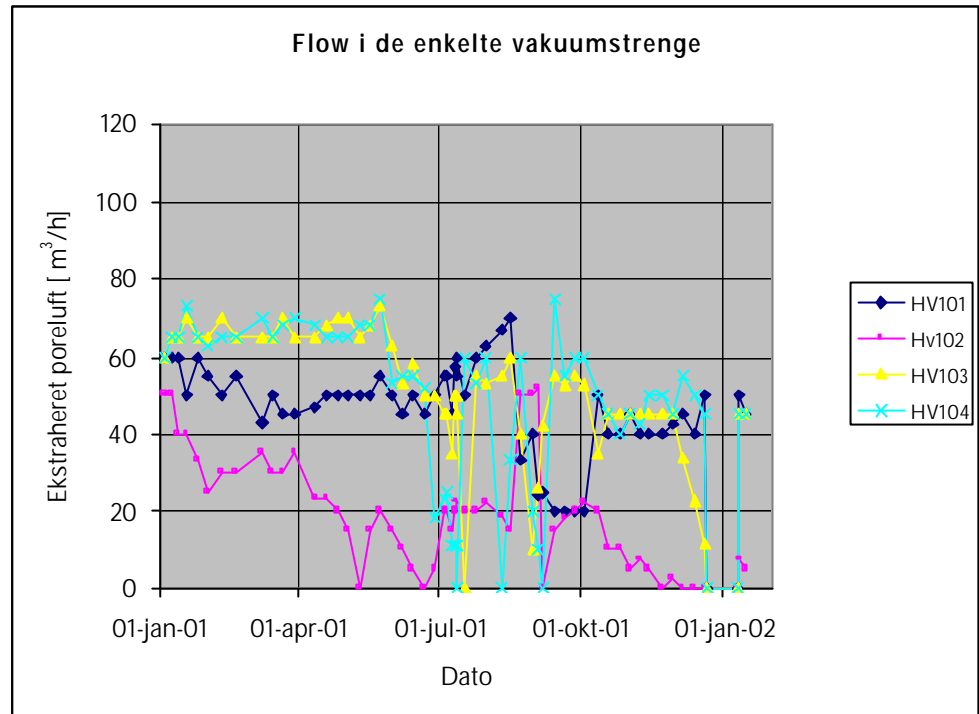
Dato Boring	VV1		VV2		HV101		HV102		HV103		HV104	
	Flow	Temperatur	Flow	Temperatur	Flow	Temperatur	Flow	Temperatur	Flow	Temperatur	Flow	Temperatur
	Enhed	m3/h	°C	m3/h	°C	m3/h	°C	m3/h	°C	m3/h	°C	m3/h
4-jan-01	70		90		60		50		60		60	
8-jan-01	80		100		60		50		65		65	
13-jan-01	80		102		60		40		65		65	
18-jan-01	85	5	105	10	50	10	40	12	70	10	73	9
25-jan-01	80	6	95	9	60	12	33	11	65	10	65	11
1-feb-01	85		100		55		25		65		63	
9-feb-01	83	6	102	9	50	10	30	13	70	10	65	8
19-feb-01	80	9	100	8	55	9	30	12	65	10	65	7
8-mar-01	80	9	100	7	43	9	35	11	65	9	70	6
15-mar-01	85	9	105	9	50	10	30	13	65	9	65	8
21-mar-01	85	5	105	8	45	9	30	11	70	9	68	6
29-mar-01	85	5	105	7	45	9	35	11	65	9	70	6
11-apr-01	85	10	110	10	47	11	23	13	65	10	68	8
19-apr-01	83	9	105	8	50	10	23	12	68	9	65	7
26-apr-01	85	9	107	9	50	10	20	13	70	10	65	9
3-maj-01	85	10	108	10	50	12	15	14	70	10	65	8
10-maj-01	87	12	110	13	50	15	0	17	65	12	68	11
17-maj-01	85	12	105	13	50	13	15	16	68	11	68	10
23-maj-01	70	12	70	14	55	15	20	19	73	12	75	11
31-maj-01	70	12	100	14	50	15	15	19	63	15	53	12
7-jun-01	65	12	95	19	45	15	10	17	53	14	55	13
14-jun-01	67	29	100	18	50	20	5	22	58	21	55	21
21-jun-01	65	31	100	19	45	21	0	23	50	23	52	23
28-jun-01	57	42	93	23	50	26	5	28	50	30	18	30
5-jul-01	60	55	90	27	55	35	20	38	45	45	23	45
6-jul-01	60		90		55		20		45		25	
9-jul-01	50		70		45		15		35		11	
11-jul-01	67	41	91	25	57	35	20	36	50	45	11	50
12-jul-01	55	48	88	26	55	35	20	36	45	42	11	45
13-jul-01	70		95		60		22,5		50		0	
18-jul-01	65		90		50		20		0		60	
25-jul-01	67		90		60		20		55		53	
31-jul-01	65	57	92	44	63	43	22	43	53	55	60	65
10-aug-01	64	56	96	51	67	37		37	55	50	0	
16-aug-01	75	54	105	52	70	41	15	43	60	54	33	
23-aug-01	60	62	90	51	33	37	50	29	40	51	60	
30-aug-01	20	48	65	53	40	41	50	46	10	51	20	
3-sep-01	51		73		24		52					
6-sep-01	65	59	106	43	25	30	0	30	42	60	0	73
14-sep-01	63	35	98	38	20	32	15	35	55	47	75	52
20-sep-01	50	30	90	36	20	32	18	38	52,5	45	55	43
27-sep-01	64	26	95	33	20	28	20	35	55	39	60	39
3-okt-01	65	22	95	30	20	28	22	34	52,5	34	60	33
11-okt-01	55	20	86	30	50	29	20	32	35	30	50	32
18-okt-01	45	18	70	28	40	27	10	28	45	29	45	28
26-okt-01	45	17	70	27	40	25	10	25	45	25	40	25
1-nov-01	47,5	17	75	26	45	24	5	23	45	25	45	24
8-nov-01	45	13	87,5	24	40	20	7,5	20	45	23	42,5	23
14-nov-01	45	11	75	22	40	19	5	19	45	22	50	22
22-nov-01	45	10	75	20	40	18	0	18	45	20	50	18
29-nov-01	45	10	75	19	42,5	17	2,5	17	45	20	45	18
6-dec-01	45	10	80	19	45	18	0	17		19	55	18
14-dec-01	50	9	80	18	40	16	0	15		17	50	16
20-dec-01	65	8	17	18	50	15	0	14		16	45	15
21-dec-01	0		0		0		0		0		0	
10-jan-02	0		0		0		0		0		0	
11-jan-02	60	7	80	13	50	11	7,5	12	45	10	45	10
16-jan-02	65	8	80	15	45	14	5	15	45	13	45	13

Vacuumpumpe har trukket falsk luft

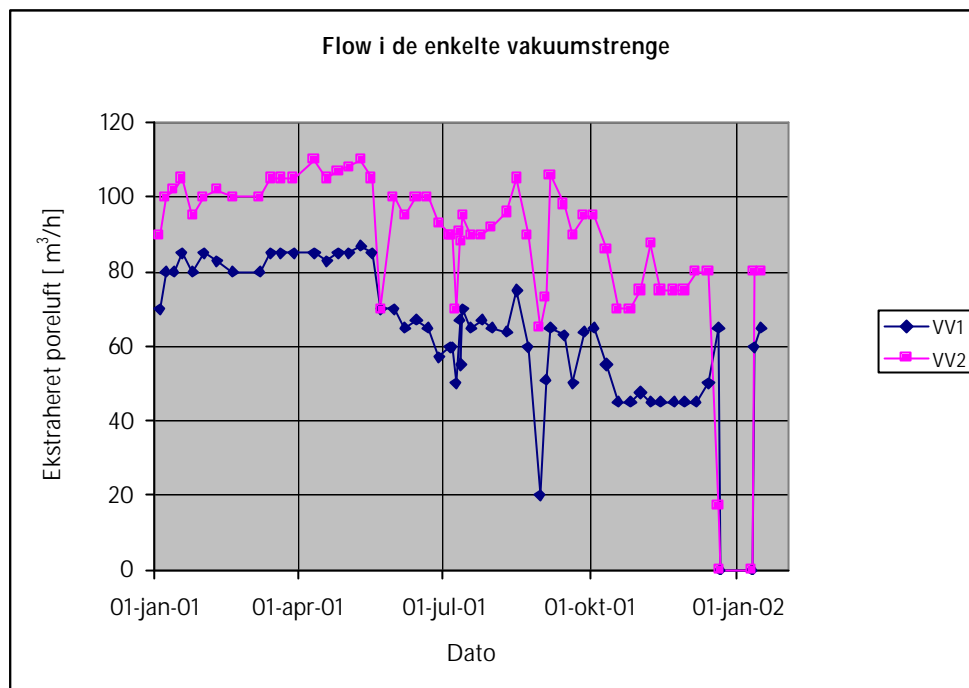
Dato Boring	HV201		HV202		HV203		HV204	
	Flow	Temperatur	Flow	Temperatur	Flow	Temperatur	Flow	Temperatur
	Enhed	m3/h	°C	m3/h	°C	m3/h	°C	m3/h
4-jan-01	40		50		30			
8-jan-01	35							
13-jan-01	55				0		0	
18-jan-01		15	55	9	35	10	0	18
25-jan-01	25	9	48	10	45	13		10
1-feb-01	25		50		23			
9-feb-01	30	11	55	10	17	15	0	11
19-feb-01	40	11	55	9	45	12	0	10
8-mar-01	0	10	60	8	30	11	0	9
15-mar-01	0	11	60	9	30	11	0	10
21-mar-01	0	11	55	9	0	15		9
29-mar-01	0	13	55	8	0	14		8
11-apr-01	0	17	55	9	30	15		10
19-apr-01	0	14	55	9	25	15		9
26-apr-01	0	15	55	9	0	15		10
3-maj-01	0	15	55	10	10	16	35	11
10-maj-01	8	18	55	12	6	16	13	16
17-maj-01	6	16	55	12	6	16	0	16
23-maj-01	0	23	55	13	0	18	15	17
31-maj-01	0	20	45	15	0	18	21	15
7-jun-01		20	45	9	0	18	25	16
14-jun-01	0	22	50	17		18	30	20
21-jun-01	0	22	50	18	0	20	25	18
28-jun-01	0	22	45	20		25	30	23
5-jul-01	3	28	45	26	0	30	25	29
6-jul-01	0		45		10		20	
9-jul-01	0		35		10		25	
11-jul-01	0	31	45	22	0	30	40	29
12-jul-01	0	30	40	22	0	24	25	25
13-jul-01	0		42		0		30	
18-jul-01	0		35		0		30	
25-jul-01	15		40		0		37	
31-jul-01	10	34	35	35	0	32	40	35
10-aug-01	10	34	40	45	0	25	37	36
16-aug-01	0	35	45	43	0	35	25	39
23-aug-01	85	28	30	41	50	27	40	34
30-aug-01	95	25	45	45	70	31	40	36
3-sep-01	93		46		72			
6-sep-01	1,4	1-26	47,5	33	1-10	1-30	35	25
14-sep-01	0	30	35	35	90	16	35	26
20-sep-01	0	30	37,5	35	90	20	35	27
27-sep-01	0	26	40	32	90	15	30	25
3-okt-01	0	25	40	29	90	19	35	24
11-okt-01	68	23	30	26	74	14	35	21
18-okt-01	25	23	22,5	24	40	18	22,5	21
26-okt-01	40	23	30	23	40	17	30	20
1-nov-01	40	23	27,5	22	40	13	30	18
8-nov-01	40	17	30	20	45	9	30	16
14-nov-01	40	22	22,5	20	45	9	20	16
22-nov-01	40	14	30	18	40	10	12,5	15
29-nov-01	37,5	15	32,5	18	45	10	25	14
6-dec-01	30	15	25	13	35	10	22,5	14
14-dec-01	25	14	20	16	35	6	22,5	13
20-dec-01	30	13	20	15	35	3	25	11
21-dec-01	0		0		0		0	
10-jan-02	0		0		0		0	
11-jan-02	22,5	13	20	9	40	4	10	8
16-jan-02	22,5	13	30	12	40	8	20	11

Vacuumpumpe har trukket falsk luft

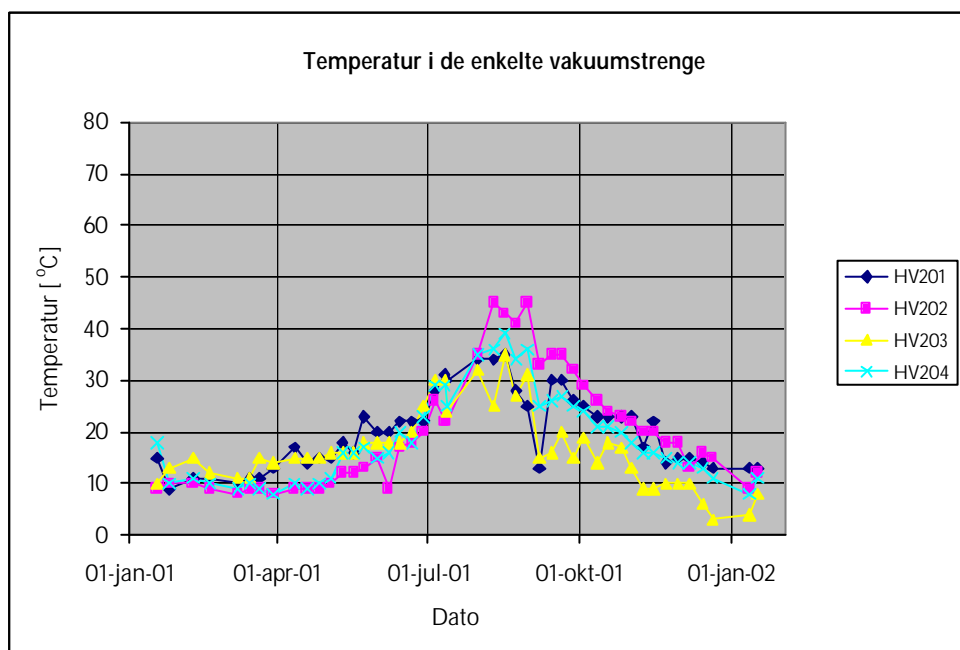
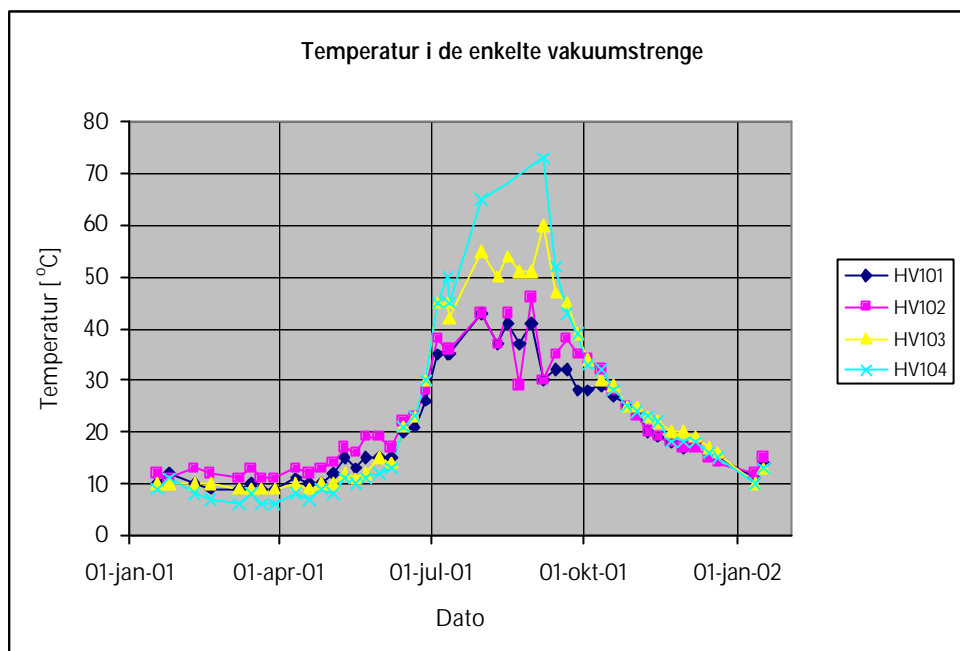
Bilag 9.2 Flow i de enkelte vakuumbstrege

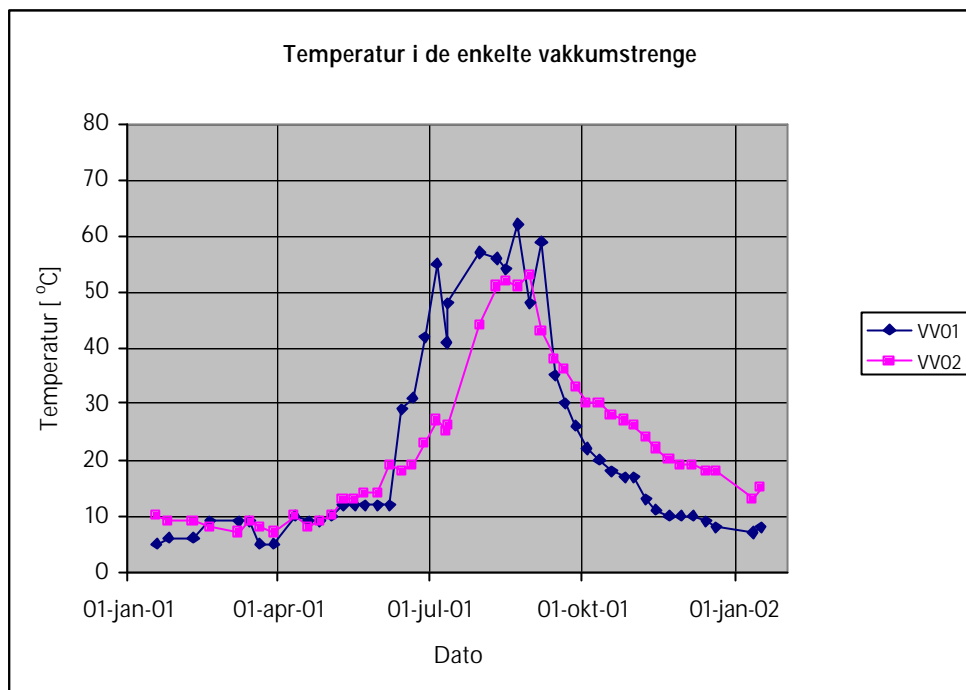


Målinger incl. falsk luft for HV102, HV201 og HV203.



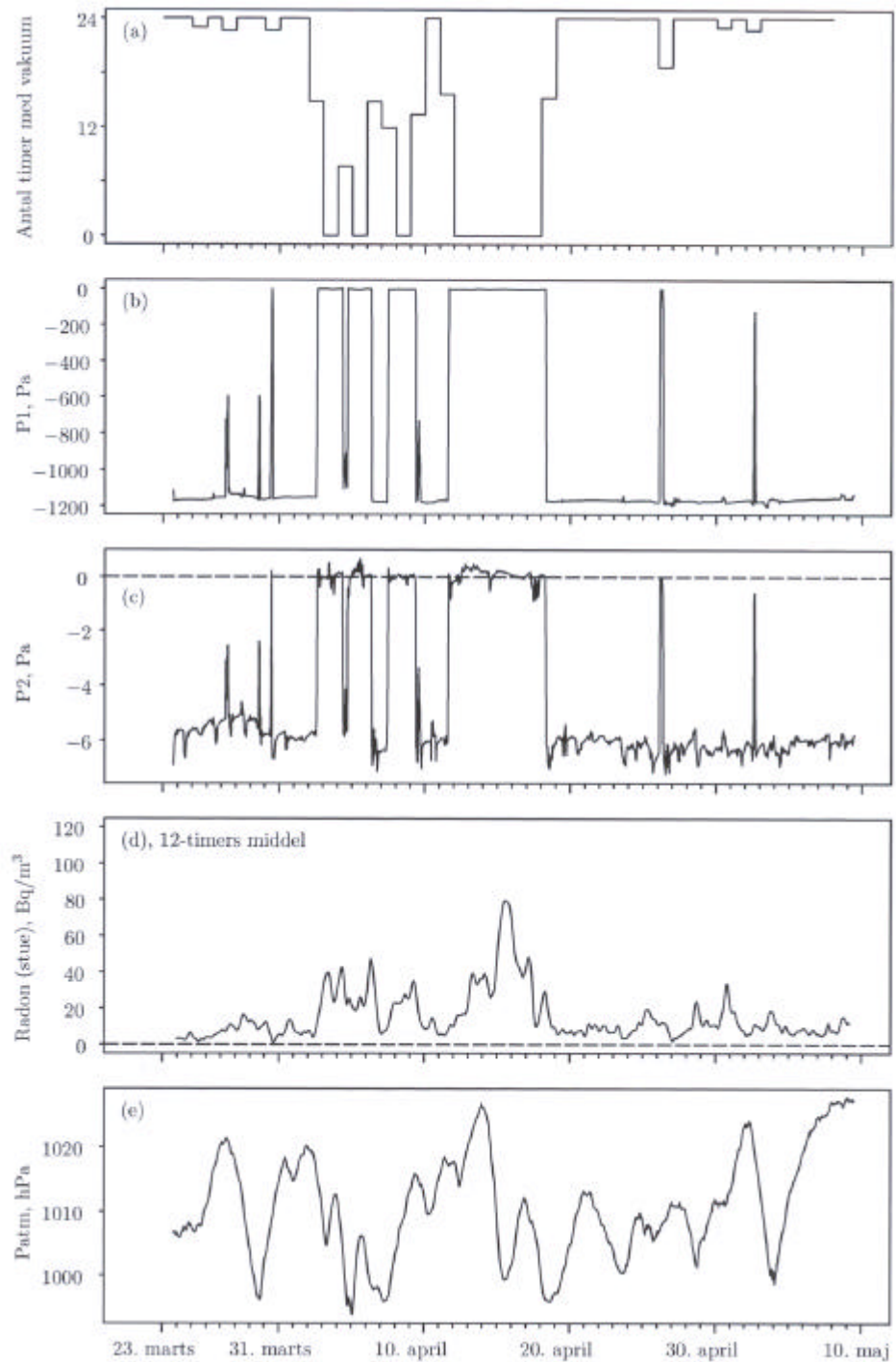
Bilag 9.3 Temperatur i de enkelte vakuumbstrengene





Bilag 10 Radonmålinger

Bilag 10.1 Radonmålinger



Oversigt: (a) Drifttid for vakuumanlæg, (b) trykforskel mellem TB03 og hus, (c) do. mellem gulv, (d) radon i stuen, og (e) atmosfærisk tryk. Risø-R-1279 (DA). Fra /12/.

Bilag 11 Energi- og ressourceforbrug

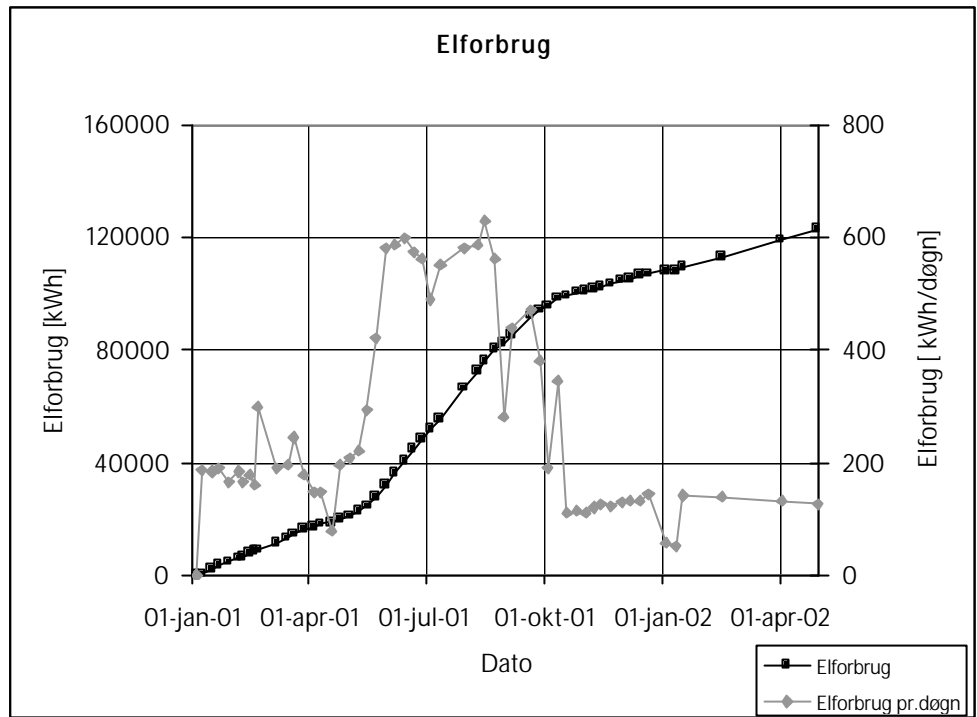
Bilag 11.1 Forbrug af fyringsolie, el og vand

Dato	påfyldt fyringsolie (liter)	Akk. Mængde (liter)
28-mar-01	2313,00	2313
1-jun-01	348,00	2661
27-jun-01	1772,00	4433
2-jul-01	2074,00	6507
9-jul-01	1411,00	7918
16-jul-01	2004,01	9922
23-jul-01	1654,01	11576
27-jul-01	1102,00	12678
3-aug-01	2062,00	14740
8-aug-01	1729,81	16470
13-aug-01	1015,00	17485
16-aug-01	969,00	18454
24-aug-01	1761,00	20215
Sum	20214,83	

Dato	samlet Elforbrug [kWh]	gns.forbrug pr.døgn [kWh]
4-jan-01	0	0
8-jan-01	750	188
17-jan-01	2430	186
22-jan-01	3396	192
29-jan-01	4560	168
7-feb-01	6234	186
9-feb-01	6564	168
15-feb-01	7632	180
19-feb-01	8274	162
21-feb-01	8874	300
8-mar-01	11754	192
15-mar-01	13134	198
21-mar-01	14616	246
29-mar-01	16068	180
5-apr-01	17130	150
11-apr-01	18018	150
19-apr-01	18660	78
26-apr-01	20040	198
3-maj-01	21498	210
10-maj-01	23040	222
17-maj-01	25080	294
23-maj-01	27606	420
31-maj-01	32280	582
7-jun-01	36414	588
14-jun-01	40602	600
21-jun-01	44634	576
28-jun-01	48582	564
5-jul-01	52008	492
12-jul-01	55866	552
31-jul-01	66900	582
10-aug-01	72774	588
16-aug-01	76536	630
23-aug-01	80502	564
30-aug-01	82488	282
6-sep-01	85554	438
20-sep-01	92172	473
27-sep-01	94842	381
3-okt-01	95988	191
11-okt-01	98748	345
18-okt-01	99534	112
26-okt-01	100446	114
1-nov-01	101112	111
8-nov-01	101964	122
14-nov-01	102720	126
22-nov-01	103710	124
29-nov-01	104616	129
6-dec-01	105558	135
14-dec-01	106632	134
20-dec-01	107496	144
3-jan-02	108306	58
11-jan-02	108714	51
16-jan-02	109422	142
15-feb-02	113508	138
02-apr-02	119382	132
30-apr-02	122910	126

gns.forbrug pr.døgn: gennemsnitforbrug per døgn

Aflæst ved COWI's tilsynsbesøg.



Dato	Vandforbrug til dampinjektion
Enhed	m ³
1-apr-01	0
4-apr-01	1,0
26-apr-01	2,0
31-maj-01	5,0
1-jun-01	5,5
7-jun-01	7,0
7-jun-01	7,4
8-jun-01	9,4
11-jun-01	13,9
11-jun-01	14,4
14-jun-01	16,6
18-jun-01	19,5
18-jun-01	20,0
19-jun-01	21,7
20-jun-01	23,2
21-jun-01	24,8
22-jun-01	26,7
28-jun-01	36,9
5-jul-01	61,2
12-jul-01	76,3
18-jul-01	96,0
25-jul-01	118,0
31-jul-01	137,8
10-aug-01	174,9
16-aug-01	189,6
23-aug-01	208,4
30-aug-01	222,4
6-sep-01	231,4

Aflæst på vandmåler ved COWI's tilsynsbesøg.
Forbrug også registreret via SRO-anlæg.

Bilag 11.2 Forbrug af kul til vakuumentilering

Dato	Forbrug
30-03-2001	300 kg
12-01-2001	300 kg
30-08-2001	300 kg

Bilag 12 Analyseresultater

Bilag 12.1 Forureningsindhold i ekstraheret poreluft

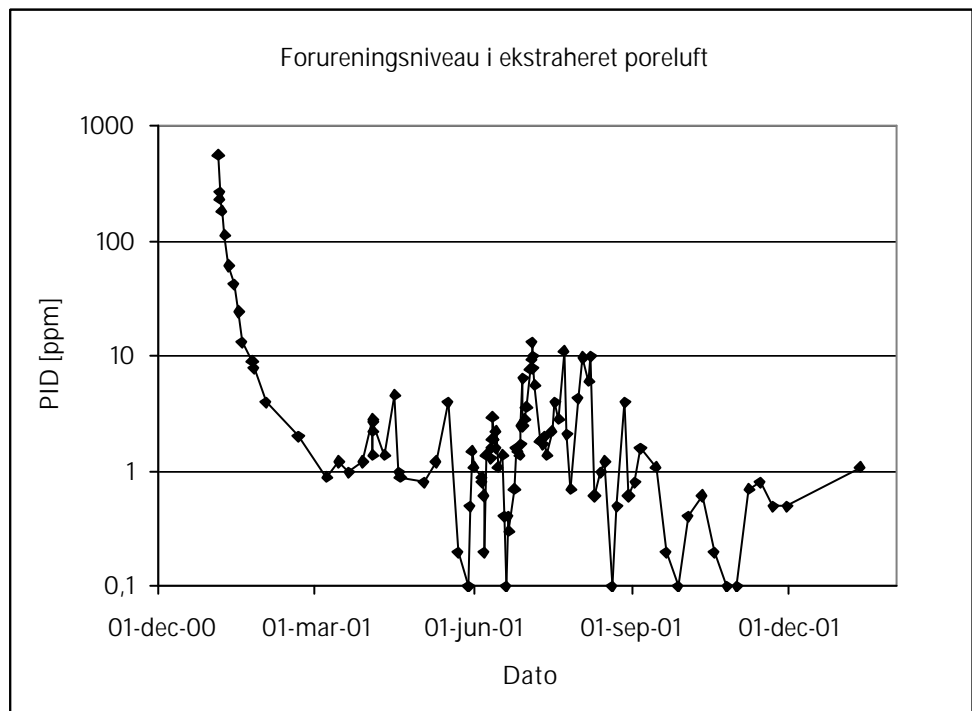
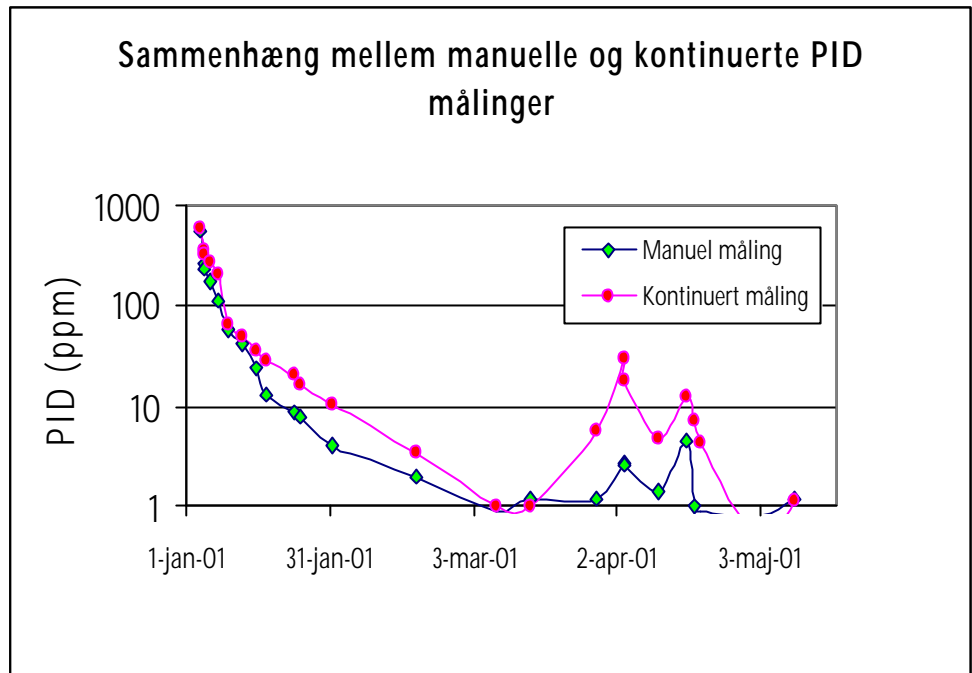
Dato	Før kulfilter (KH10)		Efter kulfilter (KH11)		
	Boring	PID	Kulrør	PID	Kulrør
	Enhed	PPM	mg/m ³	PPM	mg/m ³
4-jan-01		560	5500	0	
5-jan-01		262	3000	0	
5-jan-01		233	2700	0	
6-jan-01		181		0	0,018
8-jan-01		113	1200	0	
10-jan-01		60		0	
13-jan-01		42	150	0	
16-jan-01		24		0	
18-jan-01		13	48	0	
24-jan-01		9		0	
25-jan-01		8	28	0	
1-feb-01		4	15	0	0,0017
19-feb-01		2		0	
8-mar-01		0,9	15	0	<0,001
15-mar-01		1,2		0	
21-mar-01		1		0	
29-mar-01		1,2	5,7	0,2	0,021
4-apr-01		2,8			
4-apr-01		1,4			
4-apr-01		2,2			
4-apr-01		2,6			
11-apr-01		1,4		0,4	
17-apr-01		4,5			
19-apr-01		1		0	
20-apr-01		0,9		0	
3-maj-01		0,8	3,7	0,3	
10-maj-01		1,2		0,3	
17-maj-01		4		0	
23-maj-01		0,2		0	
29-maj-01		0	5,2	0	<0,5
30-maj-01		0,5			
31-maj-01		1,5		0	
1-jun-01		1,1		0	
6-jun-01		0,9			
6-jun-01		0,8			
7-jun-01		0,6			
7-jun-01		0,2		0	
8-jun-01		1,4			
11-jun-01		1,6		0	
11-jun-01		1,3	7,7	0	
12-jun-01		1,9			
12-jun-01		2,9		0,4	
13-jun-01		1,9			
14-jun-01		1,6			
14-jun-01		2,2		0	
15-jun-01		1,1	7,3		
18-jun-01		1,4			
19-jun-01		0,4	5,9	0	
20-jun-01		0,1		0	
21-jun-01		0,4	6,1	0	
22-jun-01		0,3		0	
25-jun-01		0,7		0	
26-jun-01		1,6		0	
27-jun-01		1,5	14	0	
28-jun-01		1,4		0	
29-jun-01		1,7			
29-jun-01		2,5			

Dato Boring	Før kulfilter (KH10)		Efter kulfilter (KH11)	
	PID	Kulrør	PID	Kulrør
Enhed	PPM	mg/m ³	PPM	mg/m ³
30-jun-01	6,5			
30-jun-01	2,5	4,1		
1-jul-01	2,8			
2-jul-01	3,6	39	0	
3-jul-01	7,5	8,1	0	
4-jul-01	9,4			
4-jul-01	13,2	120	0	
5-jul-01	8			
5-jul-01	9,9	0,9 *	0	
6-jul-01	5,6			
9-jul-01	1,8			
10-jul-01	1,9	21		
11-jul-01	1,7		0	
12-jul-01	2		0	
13-jul-01	1,4	8,6	0	0,089
16-jul-01	2,2		2,2	
18-jul-01	4	22	10,1	
20-jul-01	2,8	16	9,3	
23-jul-01	11,1	12	9,9	
25-jul-01	2,1	13	4,8	
27-jul-01	0,7		0	
31-jul-01	4,3		7,1	
3-aug-01	9,8	12	9,8	
7-aug-01	6	7,4	11,1	
8-aug-01	9,9			
10-aug-01	0,6		0	
14-aug-01	1	6,1	0	
16-aug-01	1,2			
20-aug-01	0	6,5		
23-aug-01	0,5		0	<0,5
28-aug-01	4	17		
30-aug-01	0,6			
3-sep-01	0,8	5,5		
6-sep-01	1,6	12		
14-sep-01	1,1	5,4	0	<0,5
20-sep-01	0,2	4,8		
27-sep-01	0,1	4,8		
3-okt-01	0,4	6,5		<0,001
11-okt-01	0,6	4		
18-okt-01	0,2			
26-okt-01	0	2,1		
1-nov-01	0,1			
8-nov-01	0,7			
14-nov-01	0,8	2		
22-nov-01	0,5		0	
29-nov-01	0,5		0	
20-dec-01		2		<0,5
11-jan-02	1,1	3,3		
11-jan-02	1,1	3,3		
18-feb-02		1,1		
2-apr-02		0,46		<0,001

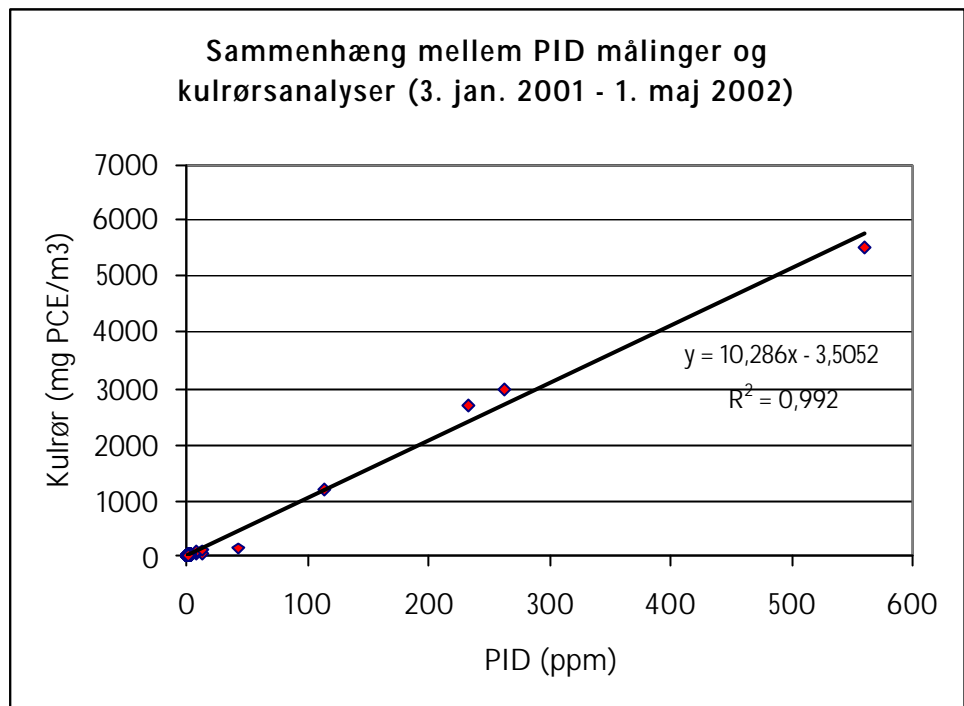
* : vurderet som fejlmåling

█ : påvirket af kondensation af vand i prøvetagningslange.

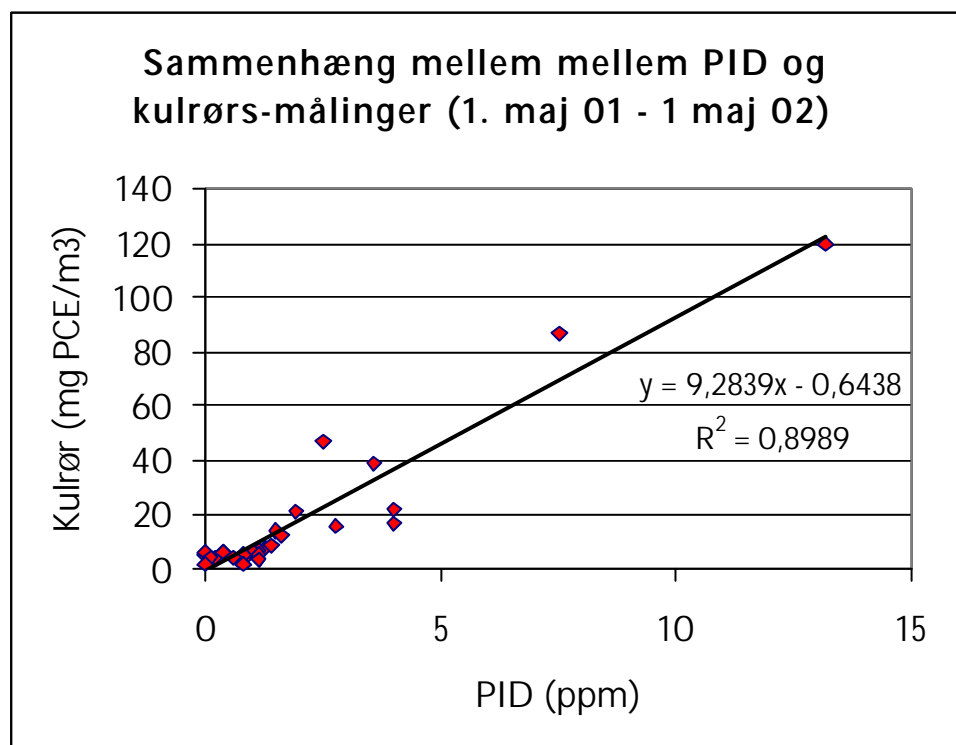
(usikre resultater)



PID målinger i ekstraheret poreluft før kulfilter (KH10)



Sammenhørende PID målinger og kulrørsanalyser for ekstraheret poreluft i hele oprensingsperioden. Målt før kulfilter i målepunkt KH10. Udeladt 4 analyser fra 23. juli til 4 august pga. vand i kulrørsprøver.



Sammenhørende PID målinger og kulrørsanalyser for ekstraheret poreluft i perioden 1. maj 2001 til 1. maj 2002, dvs. umiddelbart før start af dampinjektion. Målt før kulfilter i målepunkt KH10. Udeladt 4 analyser fra 23. juli til 4 august pga. vand i kulrørsprøver.

Bilag 12.2 Forureningsindhold i poreluft fra monitoringsboringer

Dato/borin	TB1		TB2		TB3		TB4		TB5		TB6		TB7		TB8		TB9		TB10		Bemærkning
	PD	Kulor	PD	Kulor	PD	Kulor	PD	Kulor	PD	Kulor	PD	Kulor	PD	Kulor	PD	Kulor	PD	Kulor	PD	Kulor	
Enhed	PPM	mg/m ³	PPM	mg/m ³	PPM	mg/m ³	PPM	mg/m ³	PPM	mg/m ³	PPM	mg/m ³	PPM	mg/m ³	PPM	mg/m ³	PPM	mg/m ³	PPM	mg/m ³	
3-jan-01	18	2700	4,8	-	49	1000	9	-	2000	66000*	33,6	-	49	-	18	-	16,4	30	24,9	30	For opstart
20-feb-01	0,1	-	0	-	1,3***	0,6	0,1	-	0,3	-	0,1	-	0,1	-	0	-	0	-	0	-	Under ventiler
17-apr-01	-	-	-	-	11,5**	-	-	-	10,7**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Under ventiler
25-jun-01	0,4	<0,5	1,2	-	<0,5	0,5	1,4	-	0	-	0,3	-	0	-	0,6	-	6,9	0,3	<0,5	-	Under ventiler
3-okt-01	0	-	0	-	0,3	3,1	0	-	0,1	1,7	0	-	0	-	0	-	0,5	0	-	-	Under ventiler
20-dec-01	-	0,2	-	-	-	0,68	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Under ventiler
10-jan-02	-	2	-	-	-	5,6	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Tilbagestop efter 23.12.01
17-jan-02	-	-	-	-	0,071	-	-	-	-	-	-	-	1,8	-	0,6	-	0,038	-	-	-	0,4 Under ventiler
12-apr-02	-	0,24	-	-	-	0,6	-	-	-	3,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Flow 30 m/h Tilbagestopning, Ventilation stoppet
19-jun-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.02 (1 uge) Tilbagestopning, Ventilation stoppet
3-aug-02	-	3,3	-	-	-	5,7	-	-	-	5,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.02 (2 måneder)

- ingen ppm

** Efter vedligehold den 1.11.4

* Fra målestyrelse i 1999

*** efter vedligehold af røkrømling i 1999

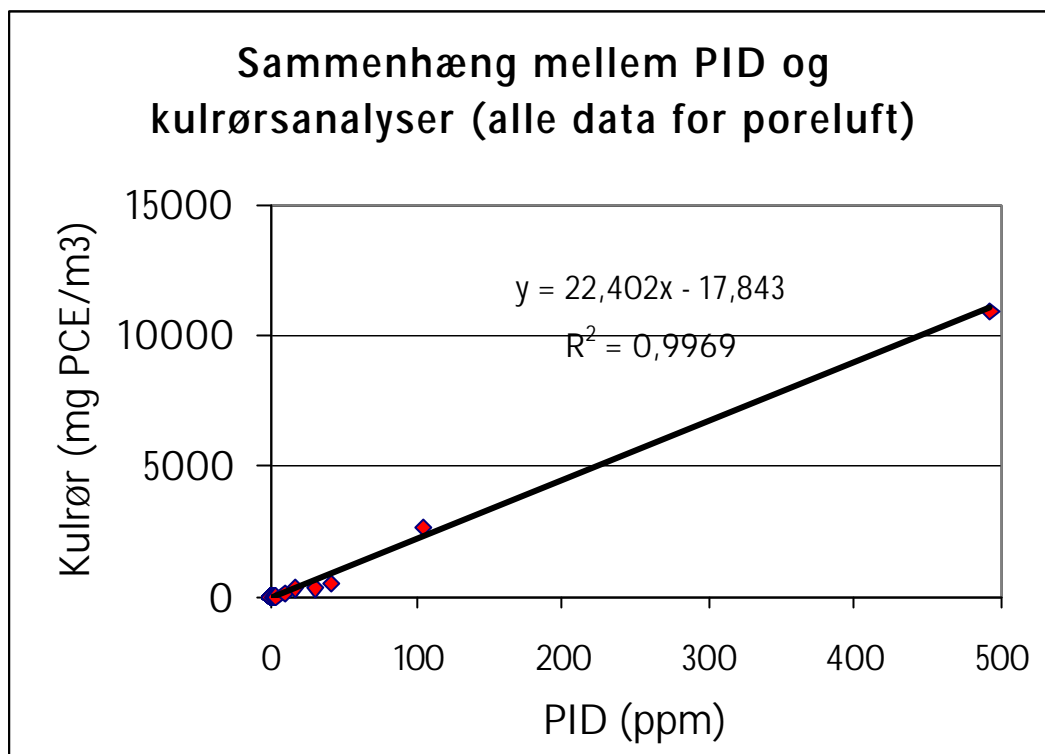
Datoering	T81		T82		T83		T84		T85		P81		P82		P83		P84		P85		P86		Bemerking							
	PD	Kolor	PD	Kolor	PD	Kolor	PD	Kolor	PD	Kolor	PD	Kolor	PD	Kolor	PD	Kolor	PD	Kolor	PD	Kolor	PD	Kolor								
Enterd	PPM	mg/m ³	PPM	mg/m ³	PPM	mg/m ³	PPM	mg/m ³	PPM	mg/m ³	PPM	mg/m ³	PPM	mg/m ³	PPM	mg/m ³	PPM	mg/m ³	PPM	mg/m ³	PPM	mg/m ³								
15-jan-02	0,3	-	42	30	17	-	145	-	0,1	-	1,8	8	3	41	9,8	110	1	2	0	6	-	-	-	Førstart						
16-jan-02	0	-	0,3	-	-	-	0	-	0	-	0,8	0,1	4,9	0,1	6	0,4	6	0	0,94	0	-	-	-	13	Under ventilering					
17-jan-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Under ventilering				
18-jan-02	0,5	-	45	0	-	-	0	-	0,3	45	0,2	45	0,2	6	0,2	1,1	19	9,8	0	45	-	-	-	-	-	Under ventilering				
19-jan-02	0	-	0	-	0	-	0,1	-	0	45	0	45	0,1	3,3	0	0,3	0,9	11	0	45	0	-	-	-	-	45	Under ventilering			
20-feb-02	-	0,99	-	-	0,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	Under ventilering		
10-jan-02	-	5	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	Therapieseter 20.01	
17-jan-02	-	-	-	0,074	-	-	0,94	-	0,22	-	0,2	-	0,6	-	0,6	-	4	-	0,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Under ventilering	
02-jan-02	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	03	Før 30 min
13-jan-02	-	3,1	-	-	0,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Therapiesetering Ventilation 2.7) spiser 20.400 (3 minuter)	

- ingen pipe

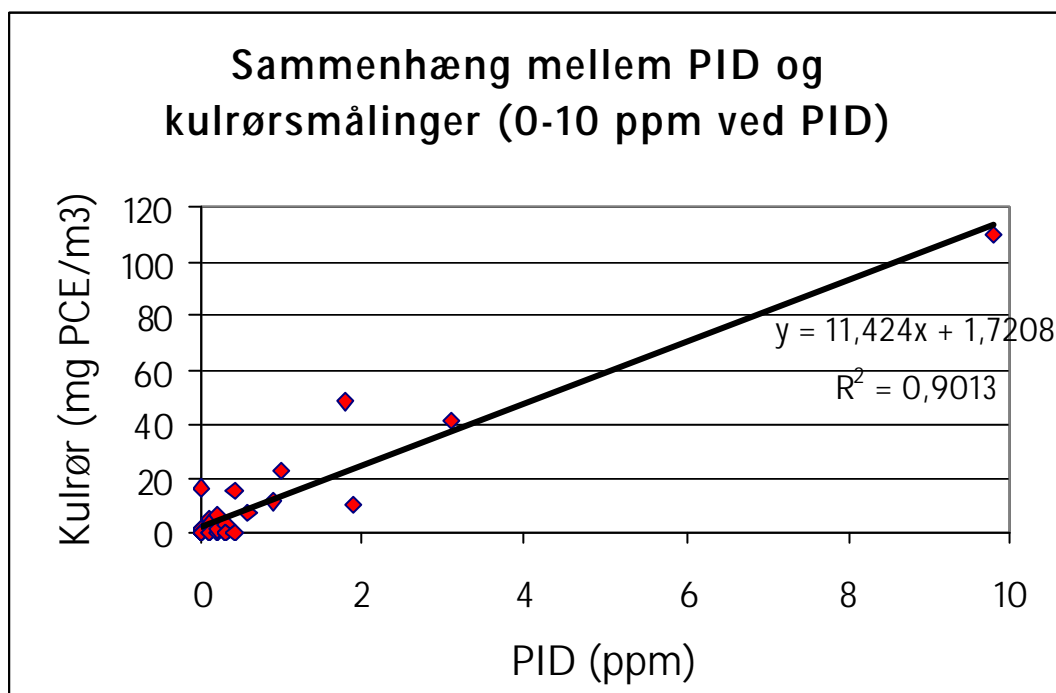
**Efter ventilering til 114

*Efter underopbejling 1000

***Efter ventilering af (kommande) 16 liter



Kurven viser PID målinger fra poreluftfil tre (TB1-TB15 og PB1-PB6). Alle målinger.



Kurven viser PID målinger fra poreluftfil tre (TB1-TB15 og PB1-PB6). Alle målinger for PID mindre end 10 ppm.

Bilag 12.3 Forureningsindhold i oppumpet grundvand

Dato	Før kulfilter (KU02) PCE (KH12)	Fra vandudskiller (VU01) PCE (KH13)	Efter kulfilter (KU02) PCE (KH14)
Boring	ug/l	ug/l	ug/l
Enhed	ug/l	ug/l	ug/l
5-jan-01	500		
1-feb-01	400		
5-apr-01	140		<
28-maj-01	110		
31-maj-01	290		
7-jun-01	430		
14-jun-01	240		
21-jun-01	290		
28-jun-01	500	21	
5-jul-01	130		
13-jul-01	150	13	
18-jul-01	72		
19-jul-01	96		
25-jul-01	180		
14-aug-01	320		
23-aug-01	31		<
3-sep-01	31		
6-sep-01		47	
27-sep-01	73		
18-okt-01	160		
8-nov-01	200		0,066
29-nov-01	270		
10-dec-01		4,2	
20-dec-01	110		
16-jan-02	140		0,031
15-feb-02	170		

< : mindre end detektionsgrænsen

Bilag 12.4 Forureningsindhold i grundvand fra monitoringsboringer

Dato Boring	Forureningsindhold af PCE i grundvand fra monitoringsboringer													Bemærkning
	F101	F102	F103	F1	F4	B1	OBS1	F7	F8	AV1-lille	AV1-stor	AV2	DB1	
Enhed	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
14-dec-00	13	650	45	50	48	410	4800	3100	560	-	-	-	-	For afværg-foranstaltninger
26-mar-01	8,8	96	6,4	36	37	240	1500	-	-	-	-	-	-	1)
14-jun-01	10	110	6,6	57	42	220	1400	-	-	-	-	-	-	under dampinjektion
12-jul-01	4,3	40	1,8	56	33	230	1800	-	-	110	-	-	-	under dampinjektion
28-aug-01	5,3	70	6,5	16	29	230	900	-	-	30	-	-	-	under dampinjektion
8-nov-01	12	48	7,6	110	25	240	2700	930	260	31	-	-	-	1)
11-feb-02	5,8	23	5,5	210	41	400	2300	1200	520	26	-	-	-	1)
27-feb-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	
29-apr-02	-	27	-	-	-	-	1800	-	-	27	330	74	-	for injektion af KMnO4

-: ikke analyseret

1): Vakuumentilation og grundvandsopumpning

Bilag 12.5 Vandanalyse for blødgjort vand til dampgenerator

			Detektions- grænse
	Enhed		
Boringskontrol			
pH		8,3	-
Ledningsevne	mS/m	70,9	0,5
Calcium (Ca)	mg/l	<	0,5
Magnesium (Mg)	mg/l	<	0,2
Kalium (K)	mg/l	0,22	0,2
Natrium (Na)	mg/l	170	1
Jern (Fe)	mg/l	0,16	0,01
Mangan (Mn)	mg/l	0,013	0,005
Ammonium, filtreret	mg/l	<	0,005
Nitrit, filtreret	mg/l	0,011	0,01
Nitrat, filtreret	mg/l	1,6	1
Total- P	mg/l	0,012	0,005
Chlorid, filtreret	mg/l	38,6	1
Fluorid, filtreret	mg/l	0,22	0,1
Sulfat, filtreret	mg/l	57	1
Hydrogencarbonat	mg/l	314	3
Inddampningsrest	mg/l	461	20
NVOC, ikke- flygt. org. kulstof	mg/l	2,1	0,5
Permanganattal	mg/l	3,7	2

<: mindre end detektionsgrænsen

Bilag 12.6 Indeklimamålinger

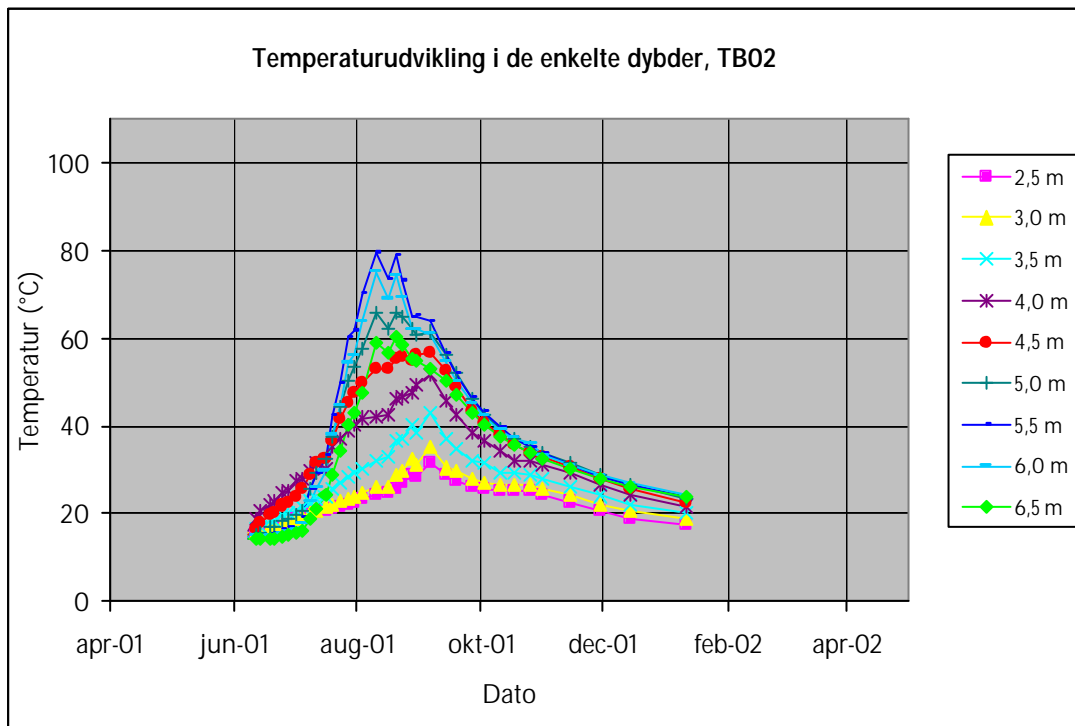
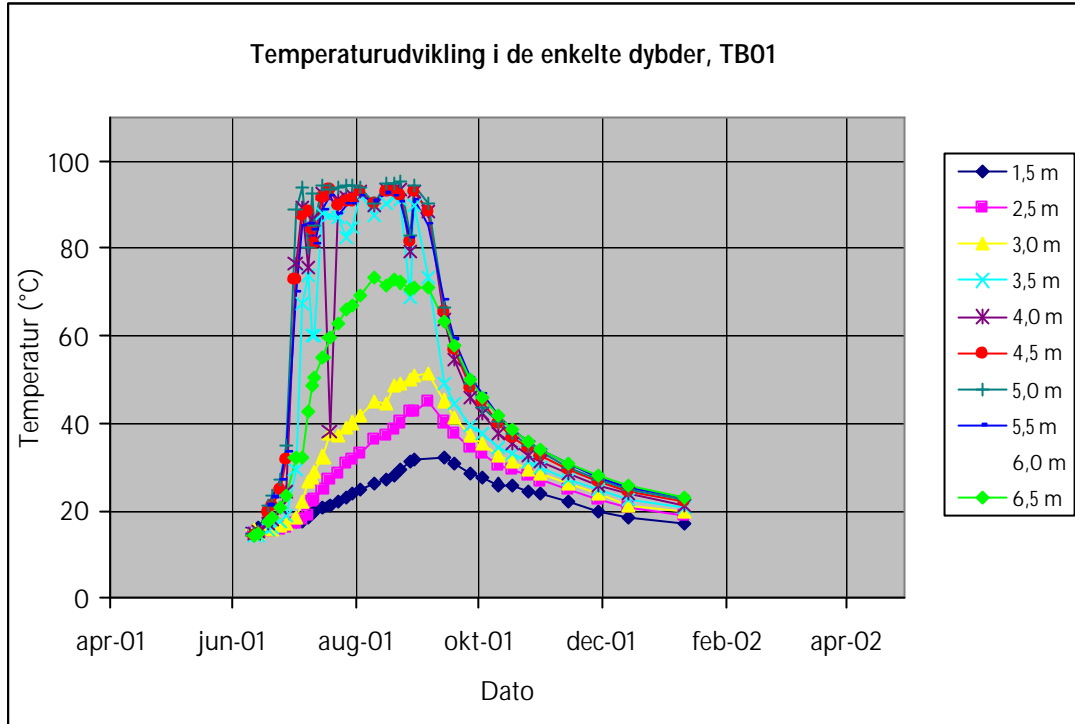
Periode / Lokaltet	Vesterbro 28, Bagrensemaskine	Vesterbro 28, Strygerum	Vesterbro 28, Butik	Vesterbro 28, Udeluft i baggård	Facade Vesterbro 30, mod Vesterbro, ude
Enhed	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
2. jan til 4. jan 2001	26000	8300	3100	180	-
23.mar til 29.mar 2001	21000	860	560	22	-
4.okt til 11.okt 2001	>17000	1600	1200	64	-
13.dec til 20.dec 2001	8600	1800	1100	22	0,47

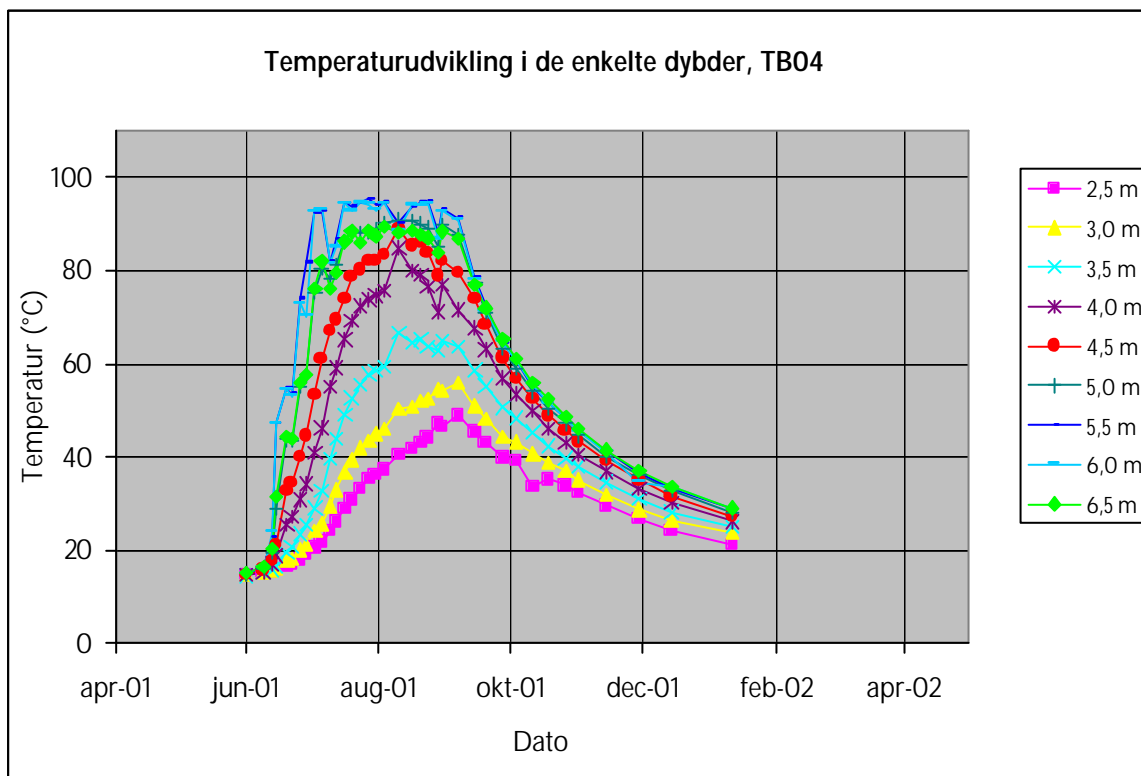
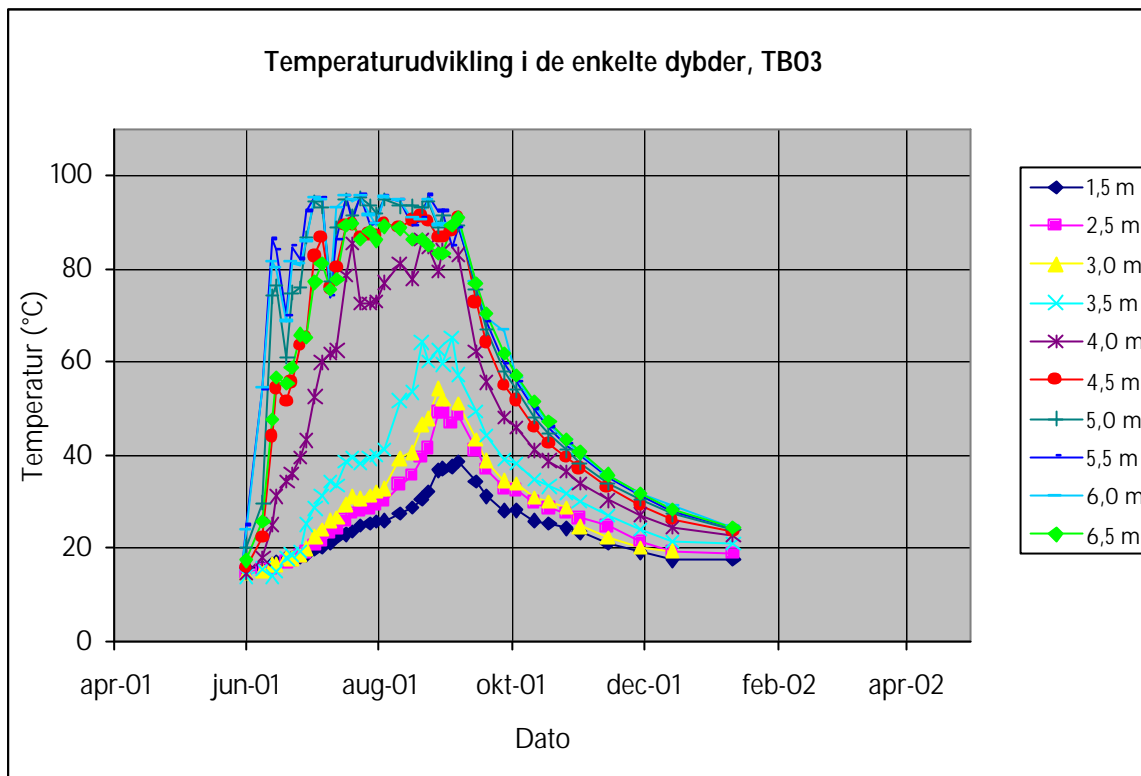
Periode / Lokaltet	Vesterbro 30, Stue	Vesterbro 30, 1. Sal	Vesterbro 30, Køkken	Vesterbro 30, Udeluft, gårdhave	Vesterbro 30, skunk 1.sal
Enhed	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
2. jan til 4. jan 2001	490	530	480	35	-
23.mar til 29.mar 2001	9,1	9	9,5	12	-
4.okt til 11.okt 2001	62	56	62	17	-
13.dec til 20.dec 2001	7,4	7,8	7,7	4,7	9,2

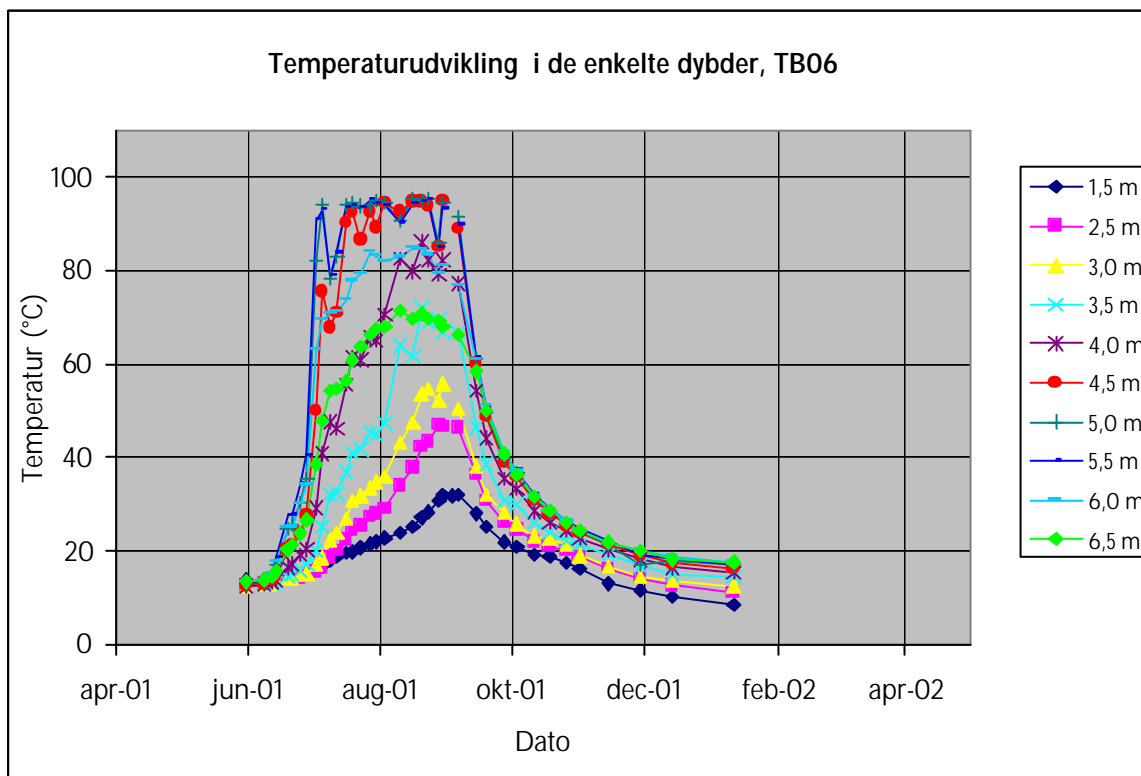
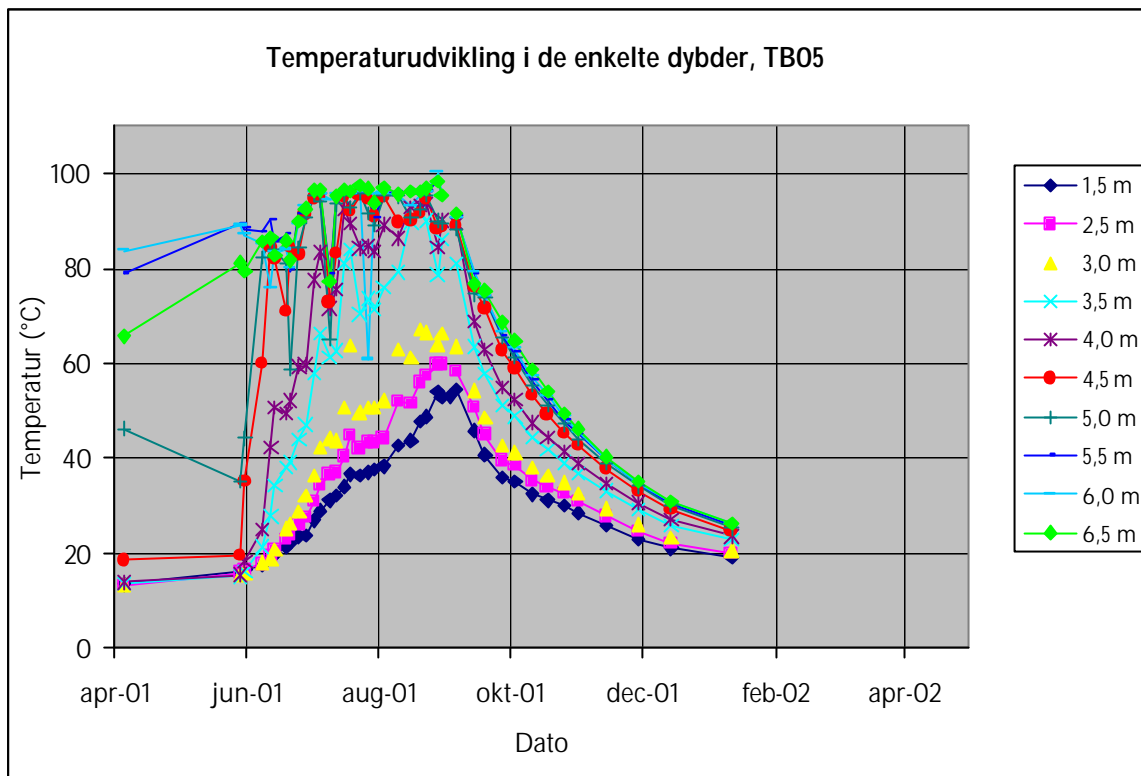
- : ingen måling

Bilag 13 Temperaturmålinger

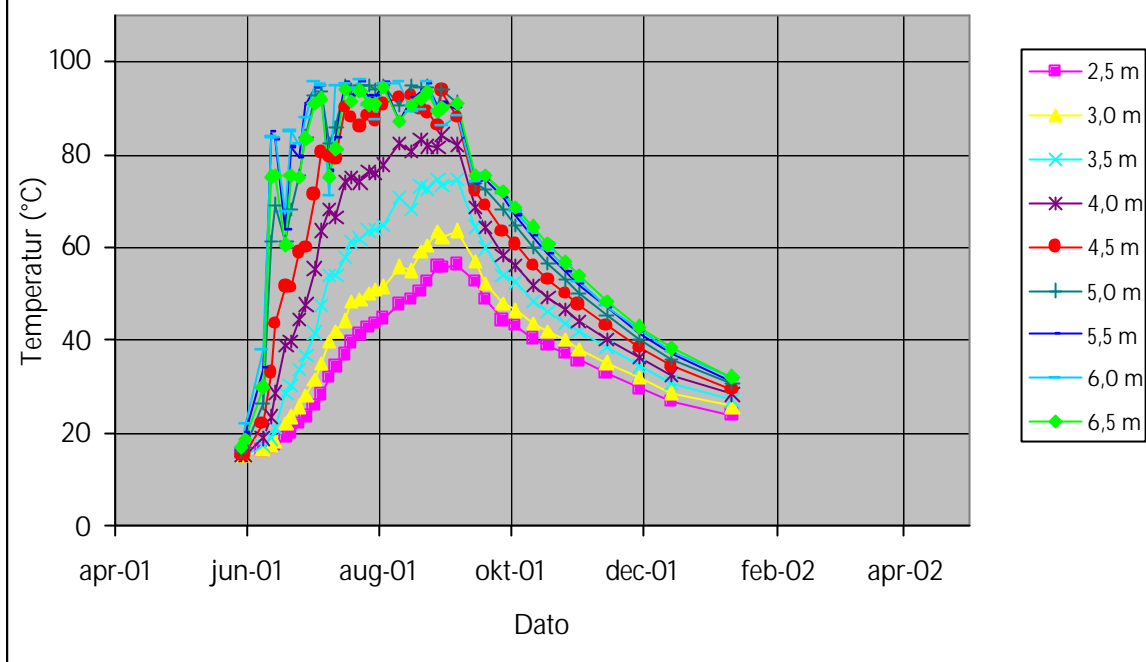
Bilag 13.1 Sammenhørende manuelle og SRO temperaturmålinger (grafisk)



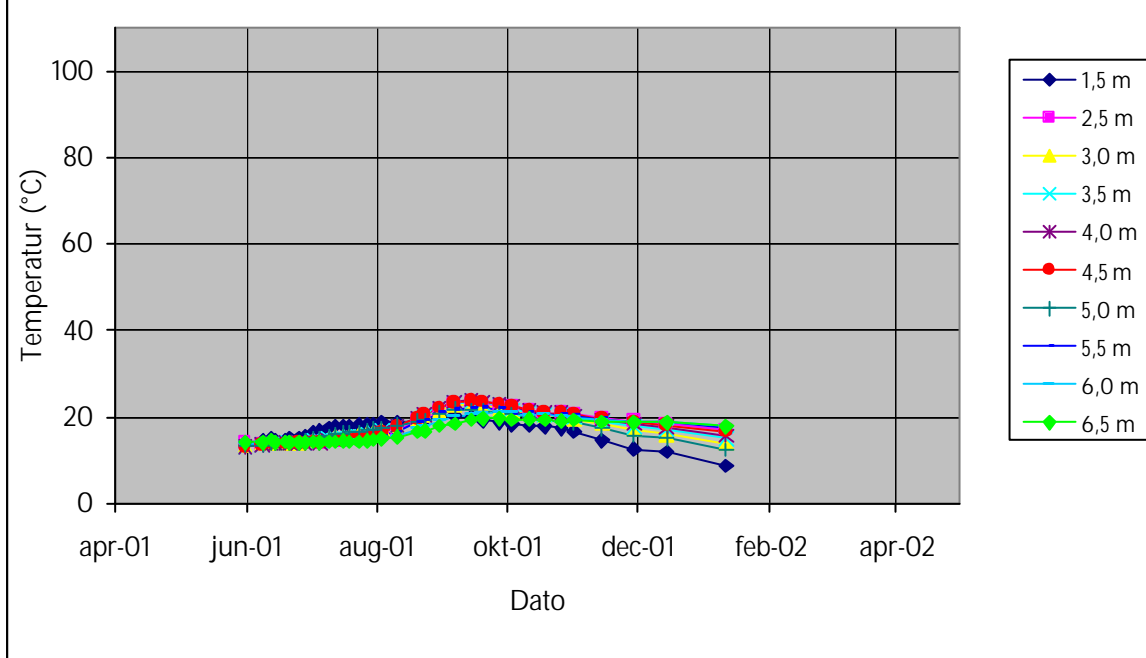


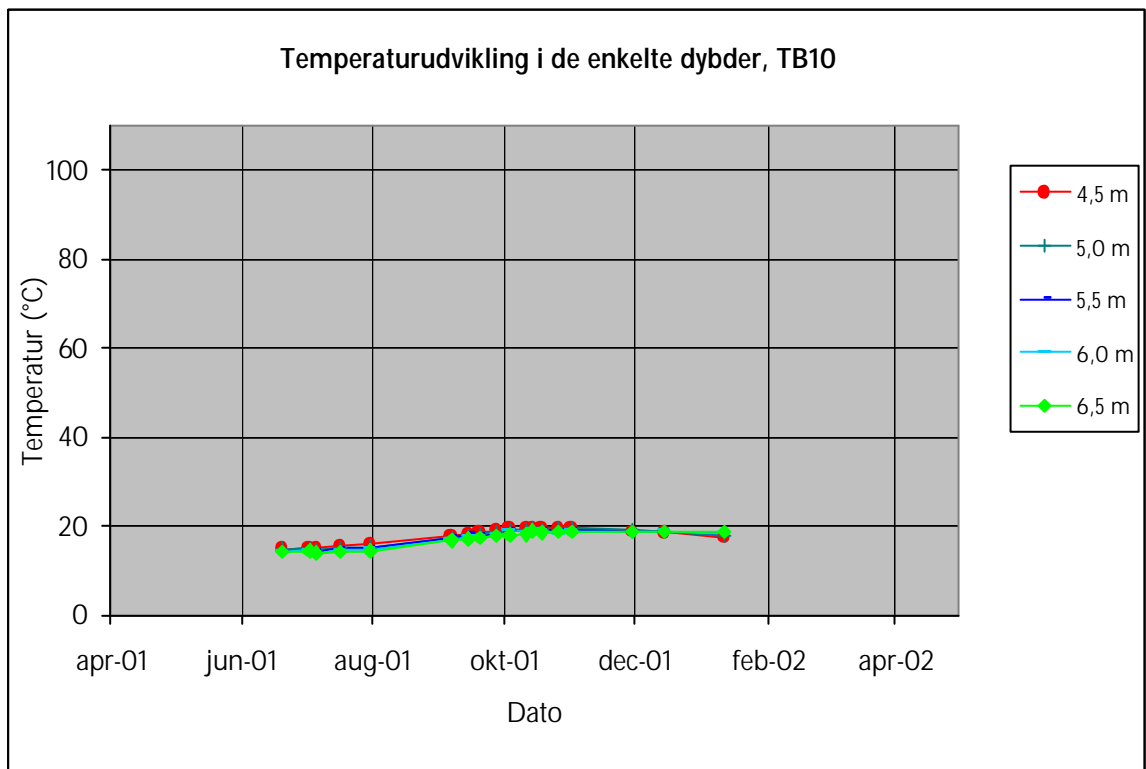
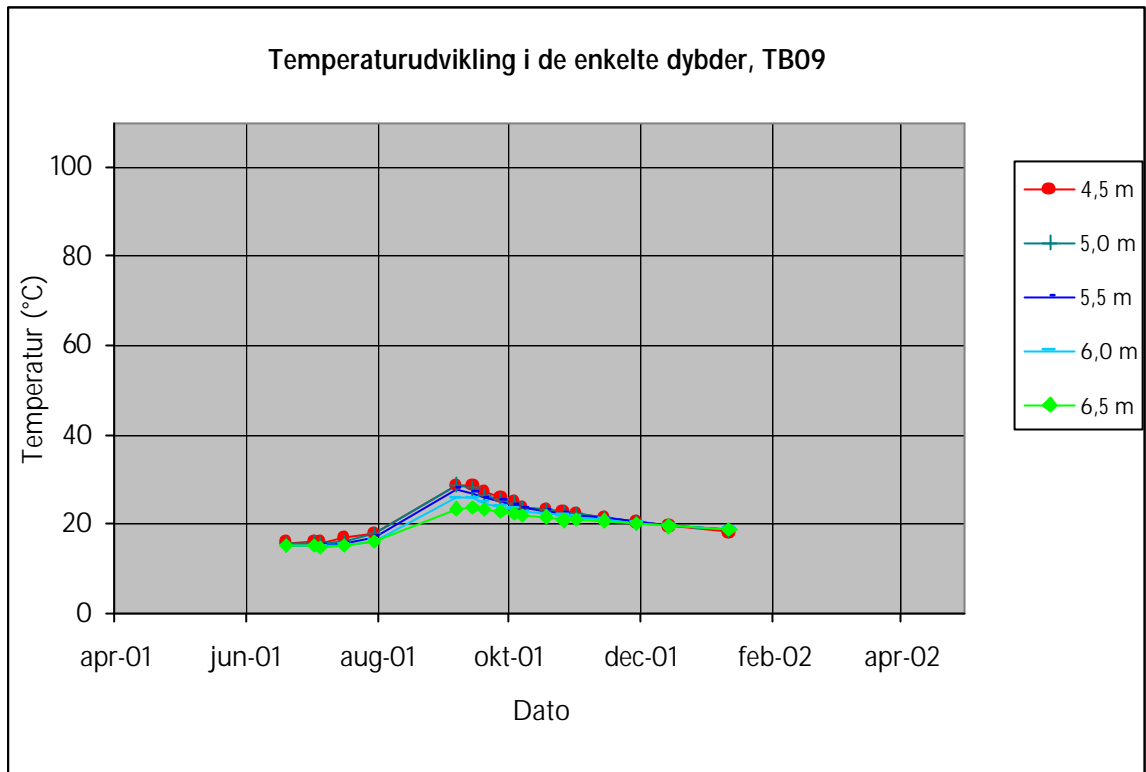


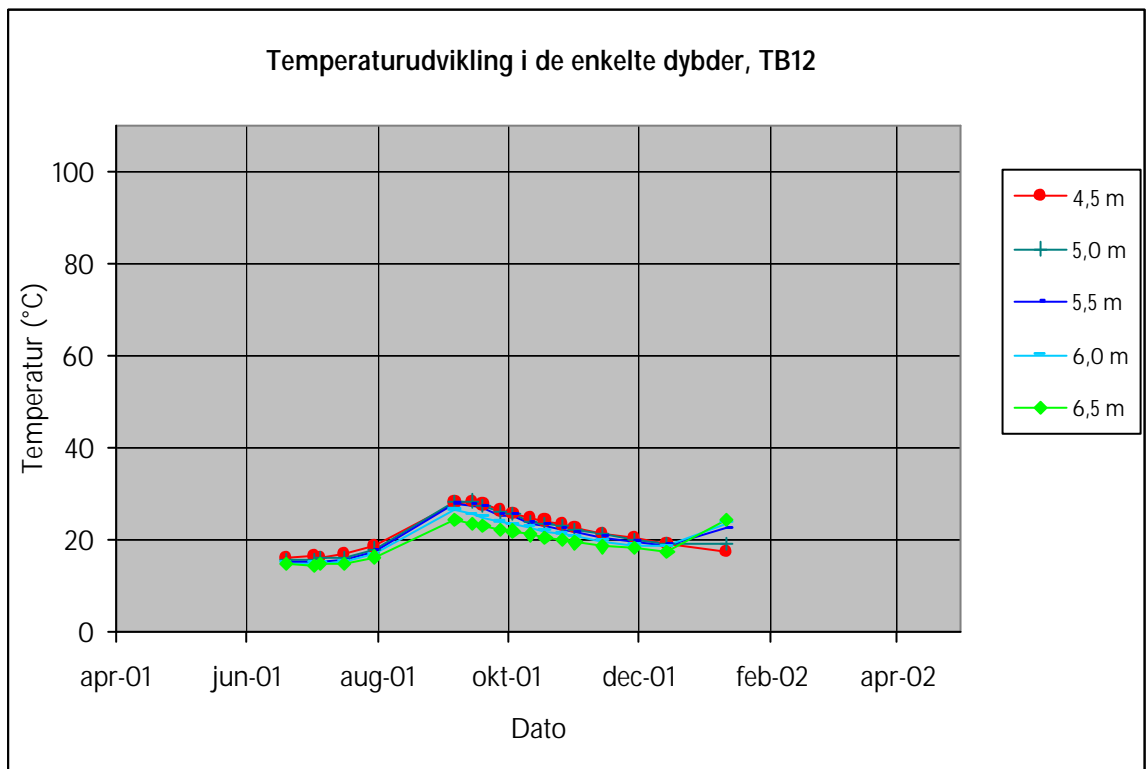
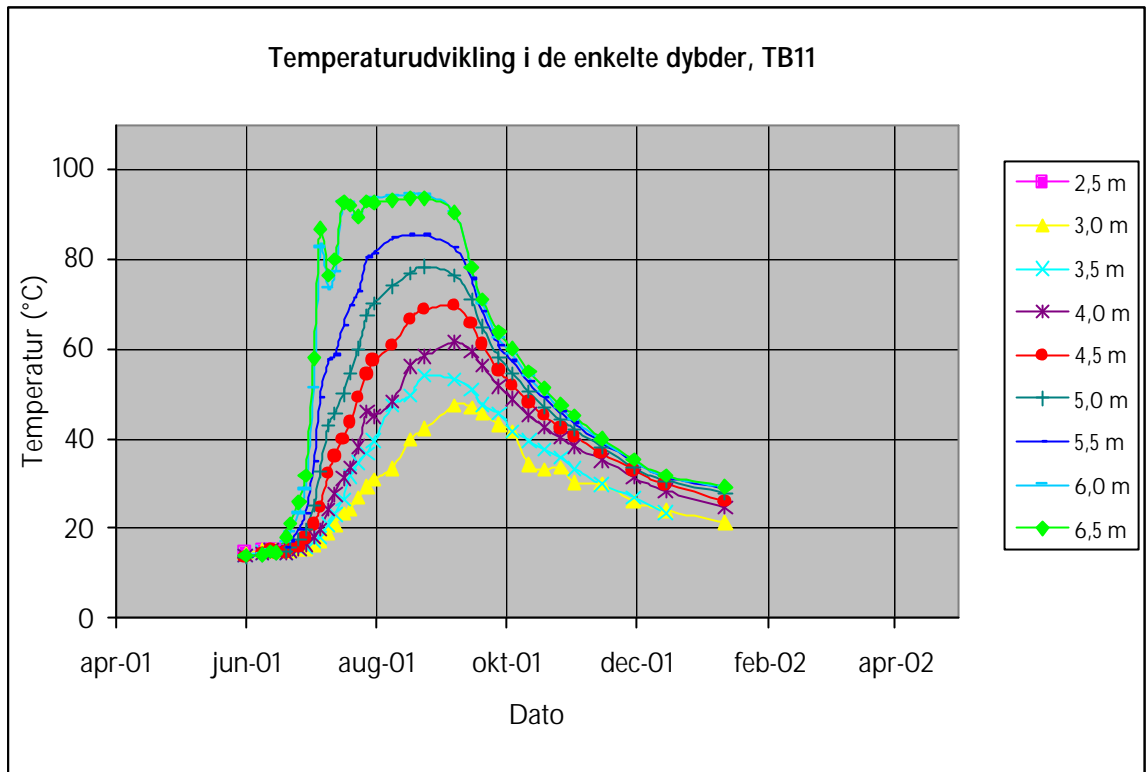
Temperaturudvikling i de enkelte dybder, TB07

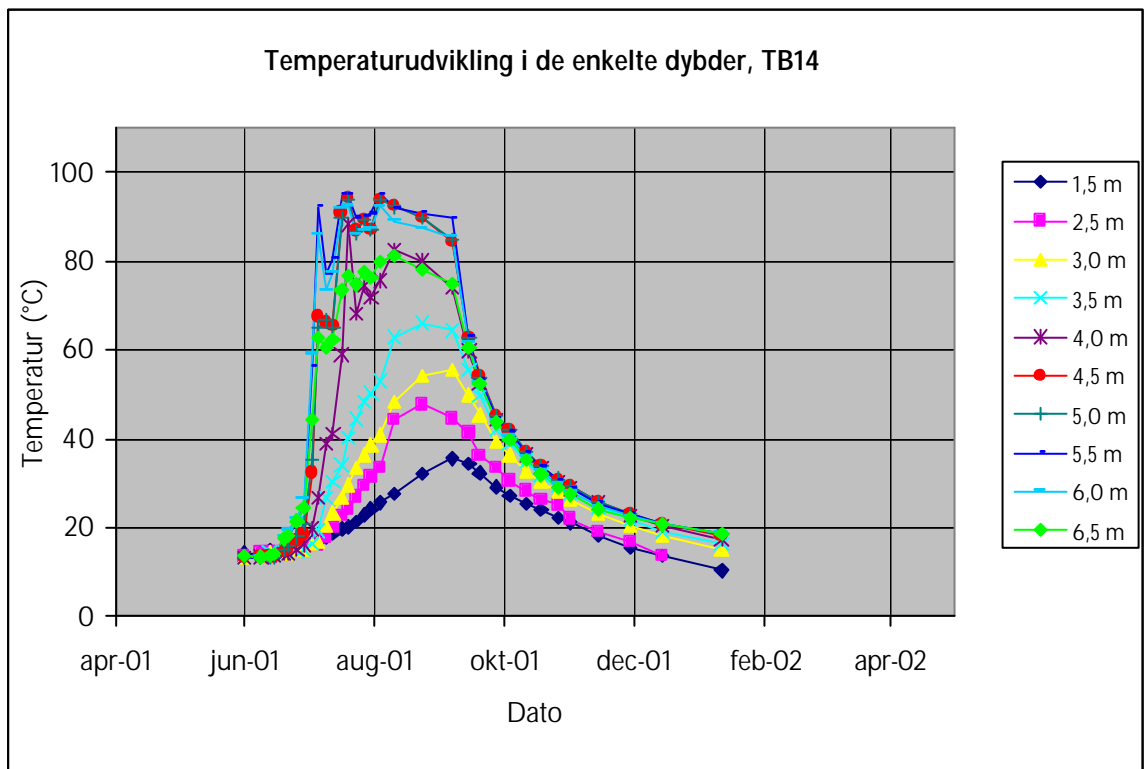
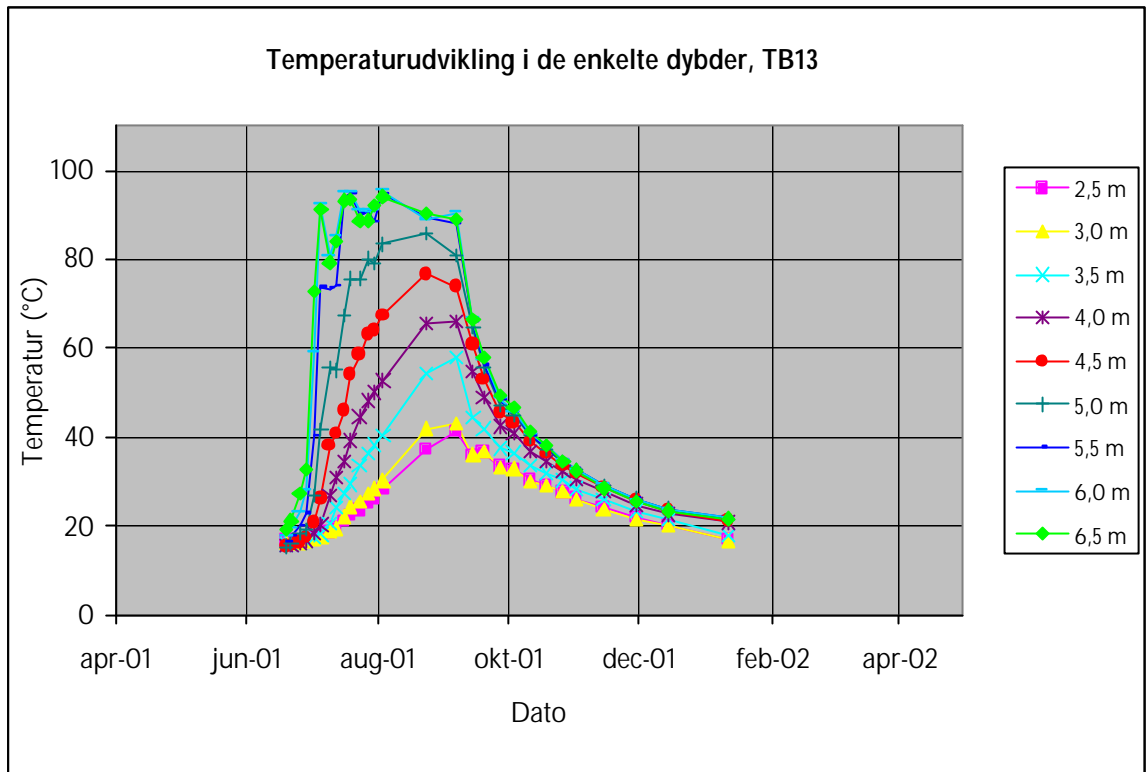


Temperaturudvikling i de enkelte dybder, TB08

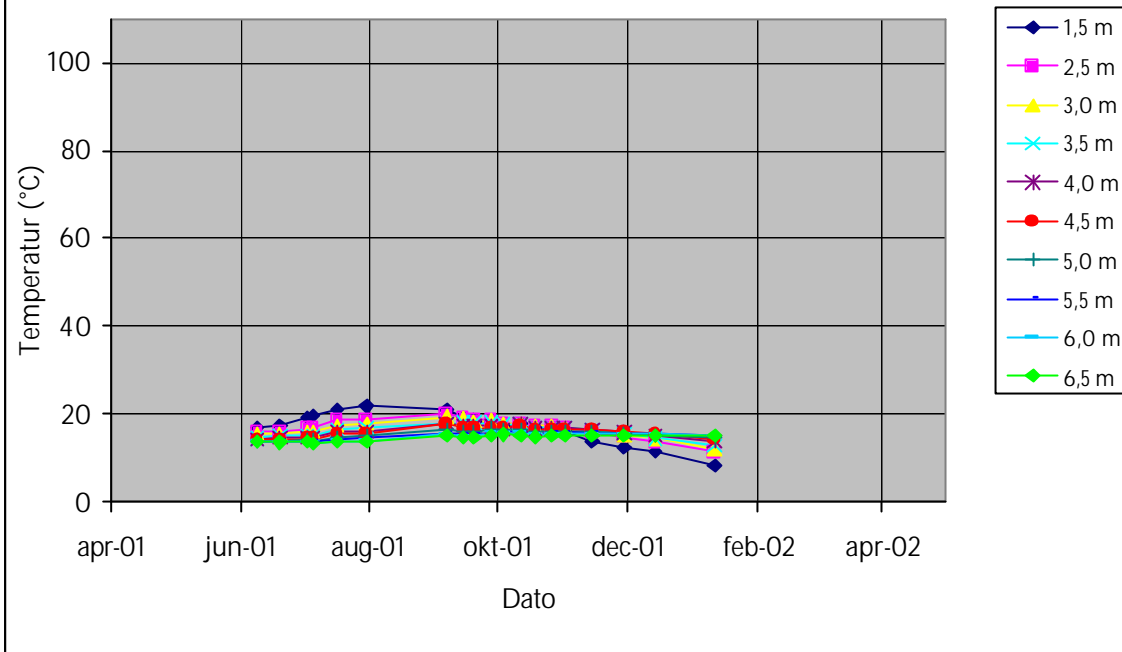




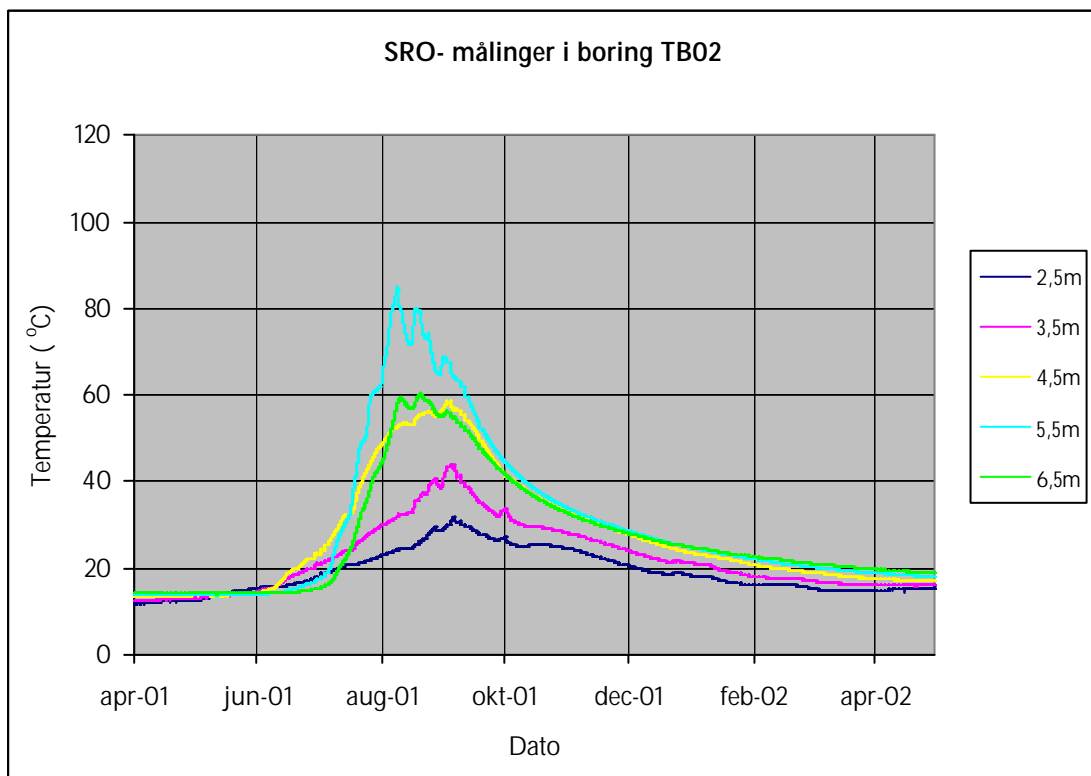
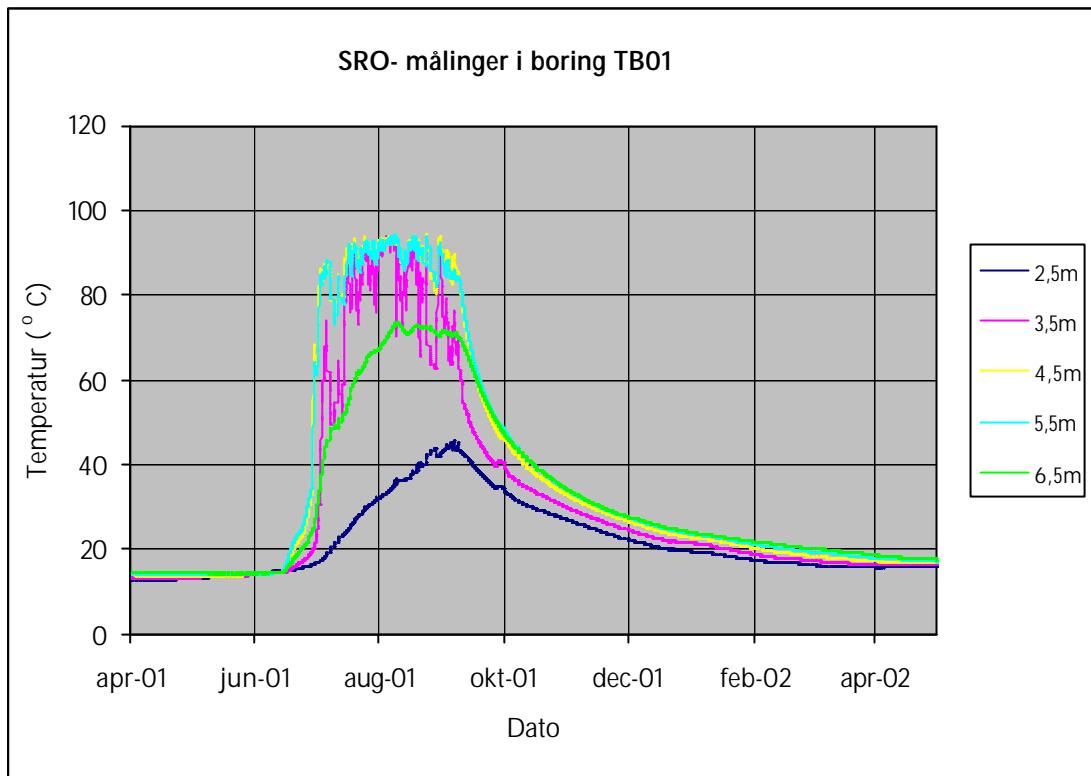


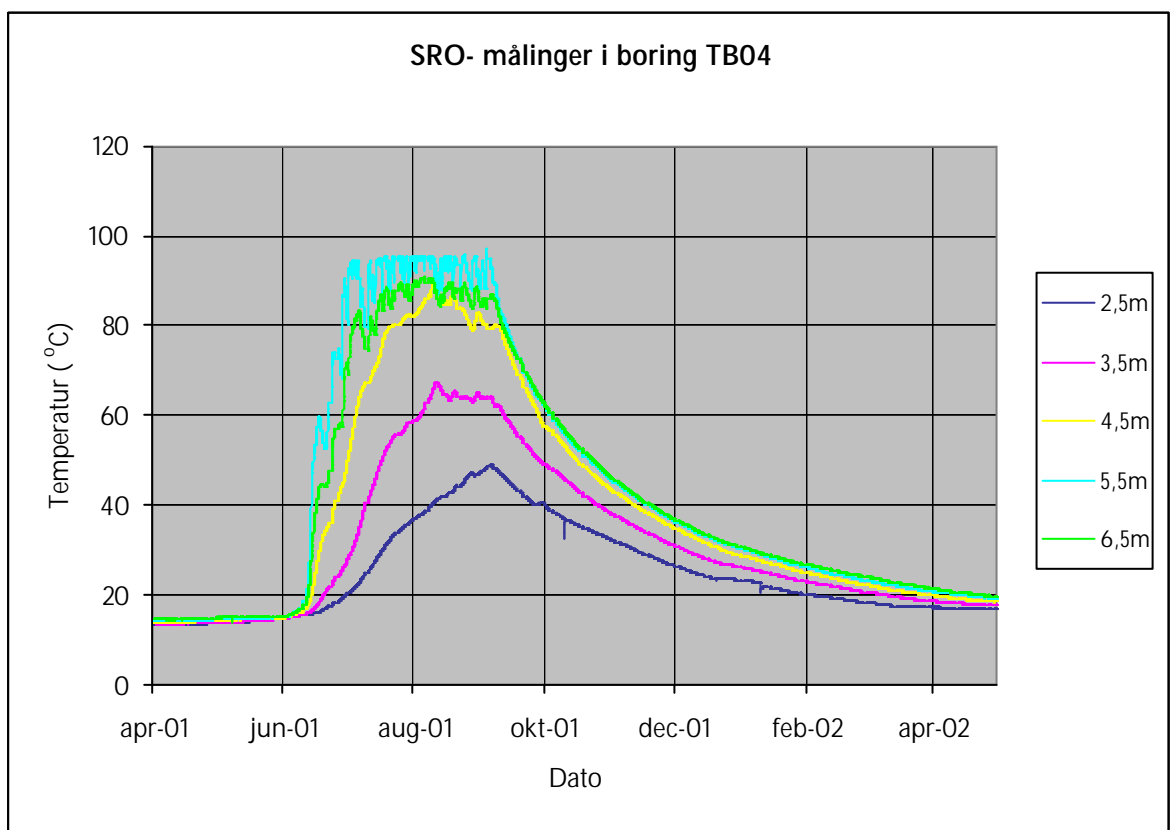
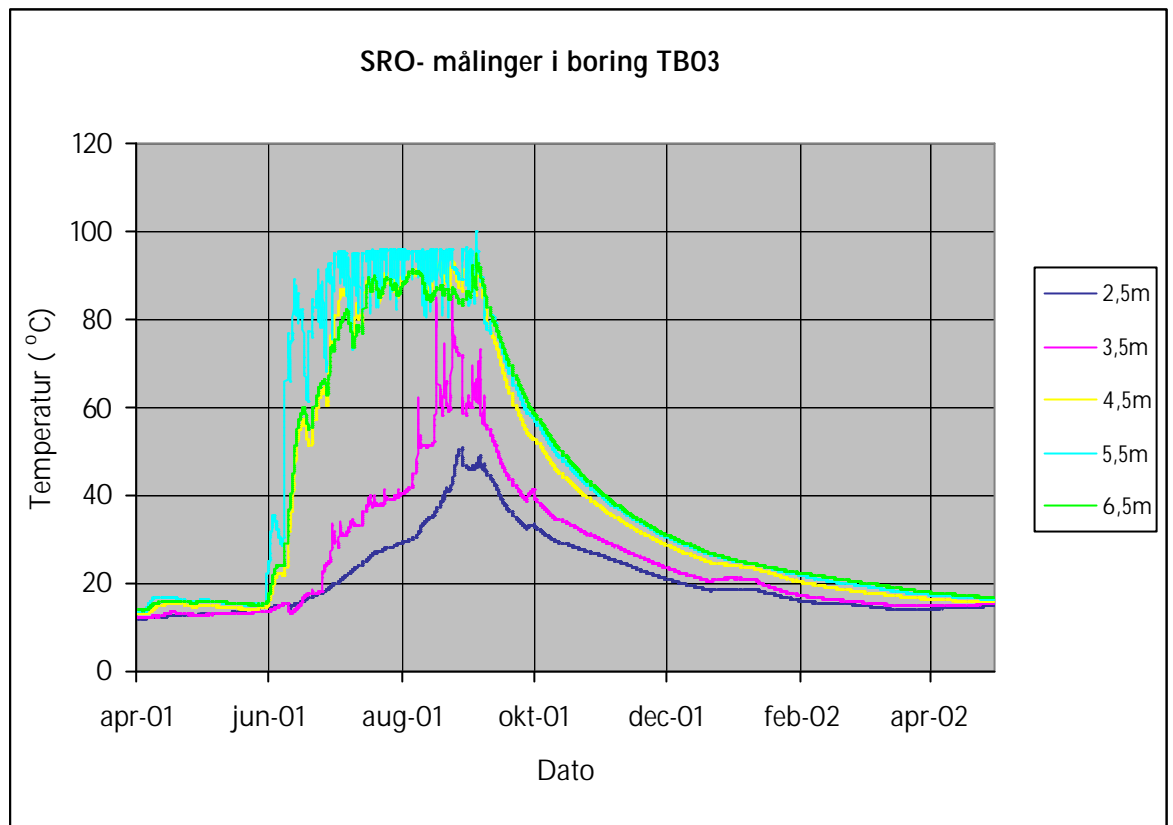


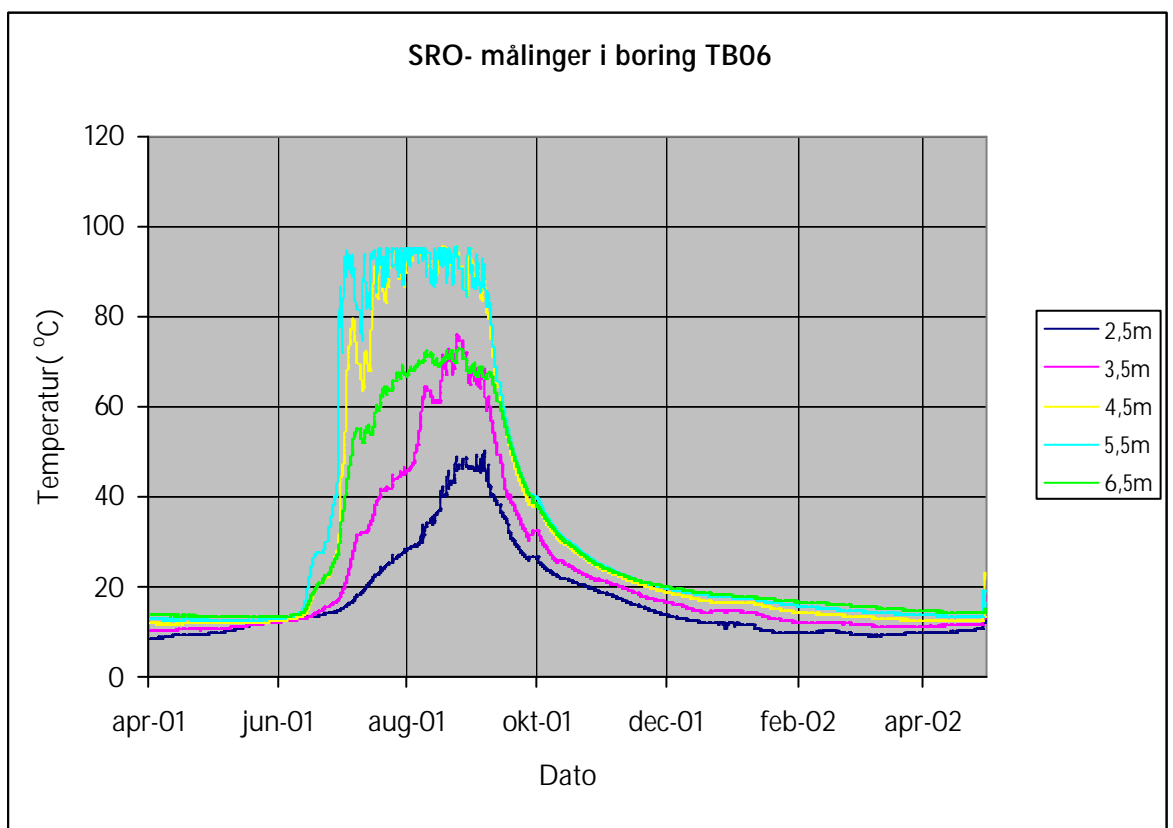
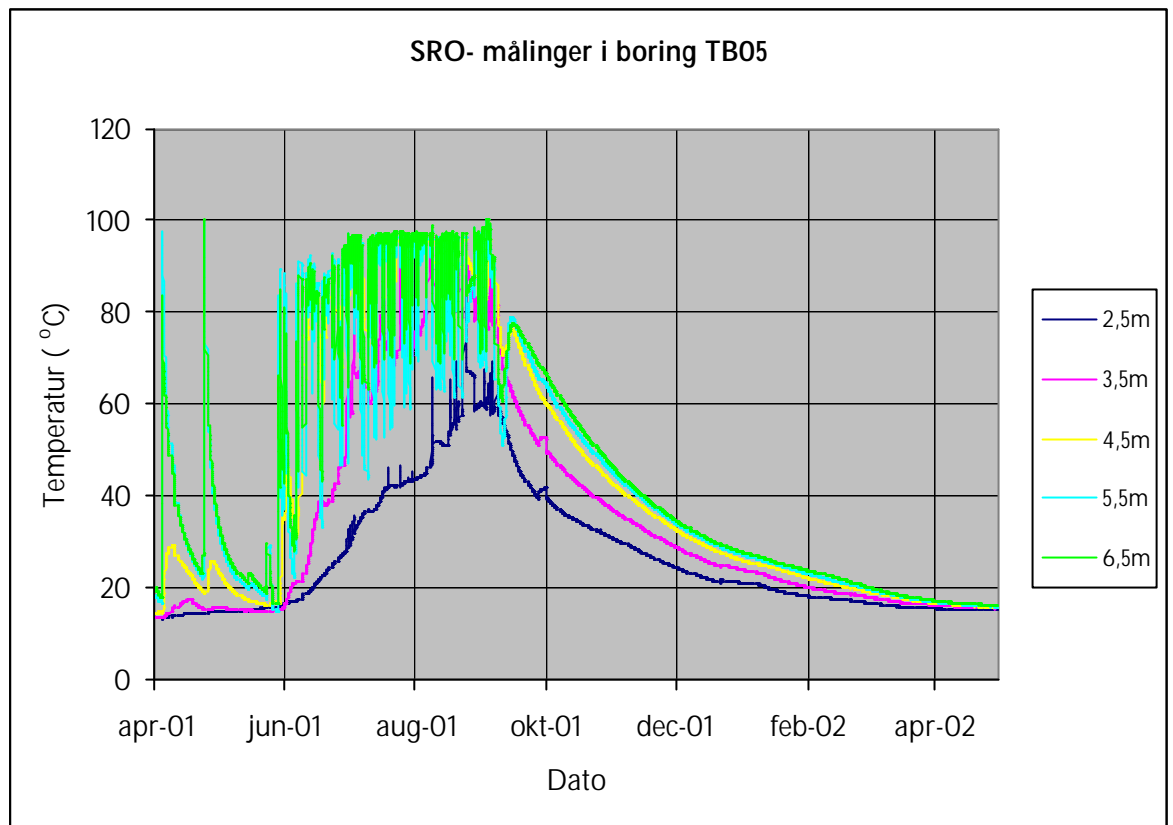
Temperaturudvikling i de enkelte dybder, TB15

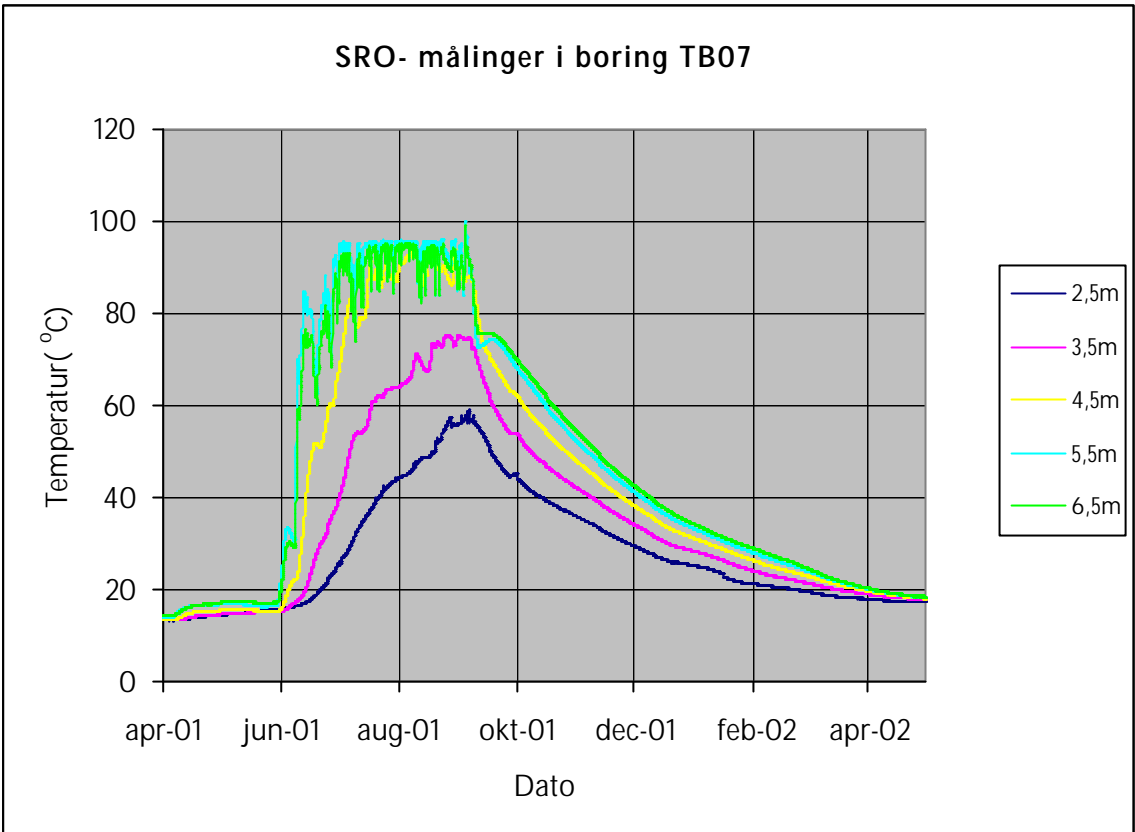


Bilag 13.2 SRO-målinger fra temperaturboringer









Bilag 13.3 Sammenhørende manuelle og SRO temperaturmålinger

Temperaturmålinger TB 01 (manuelle og SRO- målinger)

Dato dybde	Temperaturmålinger i forskellige dybder (°C)									
	1,5 m	2,5 m *	3,0 m	3,5 m *	4,0 m	4,5 m *	5,0 m	5,5 m *	6,0 m	6,5 m *
29-mar-01	12,5	12,8	13,5	13,1	13,5	14	13,9	14,4	14,2	14,7
8-jun-01	16	14,8	15,9	14,4	14,9	14,3	14,6	14,2	14,5	14,4
12-jun-01	15,3	15	15,5	14,5	14,9	14,5	14,6	14,6	14,8	14,5
14-jun-01	16	15	14,9	14,6	15,1	14,9	15,1	15	15,1	14,7
19-jun-01	16,2	15,2	16	15,6	17,1	19,6	21,4	21,2	19	17,4
21-jun-01	16	15,3	15,6	16,2	18,2	21,4	23,4	23	20,5	18,6
25-jun-01	16,4	15,8	16,5	17,6	20,7	24,9	27,3	26,8	23,3	20,9
28-jun-01	16,7	16,2	16,9	19,1	24,3	31,8	35	33,3	26,8	23,6
2-jul-01	17,7	17	18,6	29,2	76,4	72,9	89,1	70	44,4	32,2
5-jul-01	17,7	18,2	22,3	67,2	89,3	87,4	94,1	85	58,9	32,2
9-jul-01	18,7	18,9	26,8	74	75,8	88,3	80,4	85,6	64,1	42,9
11-jul-01	19,2	22,1	27,8	60,2	86,4	84,4	92,4	84	62,9	48,7
12-jul-01	19,9	22,6	29	60,2	81,4	81,3	85,2	80,8	62,8	50,7
16-jul-01	20,7	24,8	32,4	88,1	92,6	91,5	94,3	88,8	66,2	55,1
19-jul-01	21,3	27,3	37,9	87,3	38	93,3	93,6	92	73,5	59,8
23-jul-01	22,1	28,7	37,1	87	91,3	89,7	93,7	87,7	73,2	62,8
27-jul-01	23	30,6	39	82,4	91,6	90,7	94,2	90	81	65,9
30-jul-01	23,8	31,7	40,2	84,9	92	90,9	94,3	90,2	77,7	66,8
3-aug-01	24,7	33,1	41,8	92,3	93,1	92,8	94,1	91,9	78	69,2
10-aug-01	26,2	36,2	44,8	87,3	89,6	90,4	90,1	90,7	81,9	73,3
16-aug-01	27,1	37	44,5	90,3	93,4	92,9	94,9	92,5	81,4	71,3
20-aug-01	28,1	38,7	48,8	91,8	93,3	92,8	94,9	92	81,7	72,7
23-aug-01	29,5	40,2	49,1	91	93,3	92,2	95,2	90,6	79,1	72,2
28-aug-01	31,2	42,5	50	68,8	79,3	81,6	82,9	82,2	77,3	70,7
30-aug-01	31,8	42,5	50,9	89,6	93,2	93,1	94,2	91	76,3	71,1
6-sep-01	21 ¹⁾	45	51,5	73,2	88,5	88,4	90,4	85,3	74,6	71,1
14-sep-01	32	40,2	45,2	49,2	63,7	65,4	66,6	68	66,9	63,5
19-sep-01	30,7	37,9	41,4	44,7	54,4	56,9	57,8	59,2	59,5	57,7
27-sep-01	28,7	34,3	37	39,5	45,7	48,1	48,9	50,4	50,9	50,1
3-okt-01	27,7	33,1	35,4	37,8	42,1	44,8	43,5	46,7	46,7	46
11-okt-01	26	30,5	32,5	34,6	37,9	39,9	40,5	41,7	41,9	41,7
18-okt-01	25,6	29,2	31,1	33	35,2	36,9	37,6	38,5	38,8	38,6
26-okt-01	24,5	28	29,5	31,3	32,8	34,3	34,9	35,7	35,9	35,8
1-nov-01	23,9	26,9	28,5	29,8	31,5	32,6	33,3	33,8	33,5	34
14-nov-01	21,9	24,7	26,2	27,3	28,6	29,6	30	30,6	30,3	30,7
29-nov-01	19,7	22,5	23,8	24,8	25,9	26,8	27,2	27,7	27,9	27,9
14-dec-01	18,6	20,6	21,4	22,6	23,8	24,5	25,1	25,4	25,8	25,8
11-jan-02	17,3	18,9	19,7	20,8	21,4	22,2	22,5	23	23	23,2
Max- temp	32	45	51,5	92,3	93,4	93,3	95,2	92,5	81,9	73,3

* : SRO- målinger

¹⁾ : Målefejl, ikke vist i grafen

Temperaturmålinger TB 02 (manuelle og SRO- målinger)

Dato dybde	Temperaturmålinger i forskellige dybder (°C)								
	2,5 m *	3,0 m	3,5 m *	4,0 m	4,5 m *	5,0 m	5,5 m *	6,0 m	6,5 m *
29-mar-01	11,7	12,2	12,5	13	13,2	13,6	14	14,4	14,6
8-jun-01	15,6	15,9	15,4	16	15,2	14,9	14,2	14,6	14,2
12-jun-01	15,7	15,9	16,4	18,9	16,7	15,2	14,4	15,1	14,3
14-jun-01	15,8	16,2	17,2	20,8	17,9	15,7	14,5	14,6	14,3
19-jun-01	16,3	16,9	18,3	22,1	19,6	17	15,2	14,9	14,4
21-jun-01	16,5	16,9	18,6	22,7	20,1	17,2	15,5	15	14,5
25-jun-01	17	17,5	19,6	24,8	21,8	18,4	16,2	15,3	14,8
28-jun-01	17,5	18	20	25,4	22,4	18,8	16,8	15,8	15
2-jul-01	18,7	18,9	20,9	27,5	23,7	19,9	17,8	16,4	15,6
5-jul-01	18,9	19,1	21,7	28	25,7	20,9	19,1	17,5	16,3
9-jul-01	19,7	20,1	22,7	29,6	28,8	25,8	25,7	22,7	18,9
12-jul-01	20,3	20,8	23,6	31,5	31,5	29,4	29,1	25,8	21,2
16-jul-01	20,8	21,4	24	30,3	32,5	32,4	33,2	29,8	24,4
19-jul-01	21	22,2	25,7	35,5	36,5	37,5	42,3	38	28,7
23-jul-01	21,4	22,8	27	37,2	41,5	44,3	49,7	44,6	34,5
27-jul-01	22	23,3	28,3	39,1	45,3	50,4	60,3	54,5	40,3
30-jul-01	22,5	24	29,3	40,5	47,6	53,4	61,7	56,2	42,9
3-aug-01	23,3	24,8	30,3	41,9	50	57,5	70,1	63,9	47,7
10-aug-01	24,2	26	32,3	42,1	53,1	65,8	79,6	75	59,1
16-aug-01	24,7	26,2	32,8	42,5	52,9	62,4	73,6	69	56,8
20-aug-01	25,9	28,9	36,5	46,2	55,4	65,7	79	74,4	60,2
23-aug-01	26,9	29,9	37	46,7	55,8	64,9	73,2	69,4	58,7
28-aug-01	28,8	32,6	40,2	47,4	54,8	62,1	64,9	62,1	55,4
30-aug-01	28,6	31,2	38,5	49,4	56,3	60,7	65,1	62,1	55
6-sep-01	31,4	35,2	43,2	51,7	56,7	61,5	63,8	61	53
14-sep-01	28,7	30,5	37,1	45,9	52,6	56,4	56,4	54,6	50,1
19-sep-01	27,7	29,7	34,7	42,5	49	52	51,9	50,1	47
27-sep-01	26,3	28,1	31,9	38,4	43,5	46,2	46,3	45,1	43
3-okt-01	25,6	27,3	31,4	36,7	40,6	42,7	43,1	42,2	40,5
11-okt-01	25	26,5	29,5	34,3	37,8	39,5	39,7	39	37,7
18-okt-01	25,2	26,6	29,3	32,3	35,8	37,3	37,3	37,2	35,6
26-okt-01	25	26,4	28,7	31,9	34	35,2	35,1	36	33,8
1-nov-01	24,4	25,8	28	31,1	32,8	33,9	33,7	33,4	32,5
14-nov-01	22,7	24,2	26,3	29,2	30,5	31,6	31,1	31,1	30,2
29-nov-01	20,6	22,2	24,1	26,6	27,9	28,9	28,6	28,7	28,1
14-dec-01	18,9	20,6	22	24,5	25,6	26,8	26,5	27	26,3
11-jan-02	17,4	19	20,4	21,8	22,6	23,5	23,7	24,1	23,9
Max- temp	31,4	35,2	43,2	51,7	56,7	65,8	79,6	75	60,2

* : SRO- målinger

Temperaturmålinger TB 03 (manuelle og SRO- målinger)

Dato dybde	Temperaturmålinger i forskellige dybder (° C)									
	1,5 m	2,5 m *	3,0 m	3,5 m *	4,0 m	4,5 m *	5,0 m	5,5 m *	6,0 m	6,5 m *
29-mar-01	12	12,3	12	12,4	12,8	13,3	13,5	13,9	14	14,1
29-maj-01	15,3	14,5	14,2	13,8	14	14,5	15,1	15,6	16,2	15,3
31-maj-01	15,7	14,7	14,5	13,9	14,4	15,8	20,2	24,8	23,6	17,3
8-jun-01	15,6	15,3	15	15,5	17,7	22,2	29,7	53,8	54,2	25,5
12-jun-01	16,5	15,2	16,3	13,8	24,9	43,8	74,1	86,3	81,4	47,5
14-jun-01	16,9	15,7	16,3	14,9	31,1	54,3	76,4	84	80	56,6
19-jun-01	17,8	16,8	17,8	17,7	34,3	51,5	60,8	69,8	68,6	55,2
21-jun-01	17,7	17,2	17,7	18,5	35,9	55,5	74,8	84,6	81,2	58,8
25-jun-01	18,2	18,2	18,4	19,1	39,4	63,5	76	82	80,8	65,8
28-jun-01	18,4	18,9	19,9	25	43,1	65,2	86,6	92,3	85,9	65,3
2-jul-01	19,7	20,4	22,4	28,5	52,4	82,7	94,5	95,2	95,1	77,1
5-jul-01	20,1	21,6	23,8	31,1	59,9	86,8	93,2	95,2	94,5	81,2
9-jul-01	20,9	23,2	25,9	34,2	61,8	75,7	77,4	73,9	75,4	75,5
12-jul-01	22,1	24,1	26,4	33,4	62,5	80,3	89	86,2	93,1	77,6
16-jul-01	22,9	25,8	29,3	38,6	78,5	89,3	94,9	95,4	95,4	89,4
19-jul-01	23,4	27,3	31,1	39,4	85,5	89,6	91,5	90,1	94,6	89,7
23-jul-01	24,7	27,7	30,6	38,1	72,6	86,6	95,2	95,8	95,4	86,4
27-jul-01	25,2	28,4	31,3	39,2	72,6	87,4	93,4	89,5	91,4	87,9
30-jul-01	25,5	29	32,1	39,9	73	87,2	91,7	89,6	89,5	86,1
3-aug-01	25,8	29,8	32,8	41,2	77	89,8	95	95,5	95,3	89,2
10-aug-01	27,3	33,5	39,2	51,6	81,1	88,8	93,5	94,5	94,6	88,7
16-aug-01	28,6	35,6	40,5	53,4	77,9	90,4	93,4	89,1	90,7	86,3
20-aug-01	30,5	39,4	46,5	64,2	86,3	91,3	93,3	90,7	90,5	86,2
23-aug-01	32	41,3	47,8	60	84,7	90,1	94,6	95,8	94,7	85
28-aug-01	36,7	49	54,2	62,6	79,3	86,6	88,8	92,3	89,3	83,3
30-aug-01	37	49	51,8	59,4	83,8	86,6	91,5	92,3	89,6	83,3
3-sep-01	37,4	46,6		65,3		87,9		84,6		89,4
6-sep-01	38,5	48,3	50,9	57,2	83	90,9	89,4	88,7	90,2	90,9
14-sep-01	34,1	40,9	43,3	49,3	62,1	72,8	75,6	76,8	77	76,9
19-sep-01	31	36,9	38,7	44,1	55,5	64,1	67,1	68,5	69,6	70,4
27-sep-01	27,9	32,7	34,4	38,9	48	54,8	57,7	59,4	66,7	61,8
3-okt-01	28	32,3	33,8	38,2	45,8	51,6	53,9	55,6	56,4	57,1
11-okt-01	25,8	29,6	30,9	34,6	41	45,9	48,1	49,7	50,8	51,4
18-okt-01	25,2	28,5	29,8	33,2	38,7	42,5	44,4	45,9	46,8	47,1
26-okt-01	24,2	27,4	28,6	31,5	36,3	39,3	40,9	42,2	43	43,2
1-nov-01	23,3	26,3	37,3 ¹⁾	29,9	33,9	37,1	38,3	39,7	40,2	40,5
14-nov-01	20,9	24,6	24,6	26,9	30,2	33	34	35,2	35,6	35,7
29-nov-01	19	21,3	22,2	23,9	27,1	29,2	30,3	31,1	31,7	31,5
14-dec-01	17,3	19,2	20,1	21,4	24,4	26,1	27,2	27,8	28,9	28,2
11-jan-02	17,6	18,7	19,3	20,8	22,6	23,4	23,8	24,3	24,4	24,4
Max- temp	38,5	49	54,2	65,3	86,3	91,3	95,2	95,8	95,4	90,9

* : SRO- målinger

¹⁾ : Målefejl, ikke vist i grafen

Temperaturmålinger TB 04 (manuelle og SRO- malinge)

Dato dybde	Temperaturmåling i forskellige dybder (° C)								
	2,5 m *	3,0 m	3,5 m *	4,0 m	4,5 m *	5,0 m	5,5 m *	6,0 m	6,5 m *
29-mar-01	13	13,3	13,5	13,6	13,9	14,1	14,3	14,5	14,6
29-maj-01	14,7	14,8	14,6	14,7	14,7	14,8	14,9	14,9	15,2
31-maj-01	14,8	14,9	14,6	14,9	14,8	15	14,9	15,1	15,2
8-jun-01	15,2	15,2	15,3	15,3	15,9	16,2	16,8	16,4	16,5
12-jun-01	15,5	15,6	15,9	17,1	17,8	19,6	22,9	24	20,3
14-jun-01	15,7	16,1	16,5	18,9	21,3	28,9	47,3	47,2	31,6
19-jun-01	16,4	17,8	19,6	25,6	32,7	43,8	54,7	54,6	44,4
21-jun-01	16,9	18,3	20,9	27,3	34,5	43,6	53,6	53,1	44
25-jun-01	18	20,2	23,5	30,9	40,1	55,2	74	73	56
28-jun-01	19	21,3	25,6	34,2	44,7	57,5	81,7	70,3	57,6
2-jul-01	20,5	24,1	29,1	40,9	53,4	75,2	92,2	92,7	76,2
5-jul-01	21,8	25,8	32,8	46,3	61	80,5	92,6	93,1	81,9
9-jul-01	24,1	29,5	39,7	55,1	67,1	78,1	81,8	81,5	76,2
12-jul-01	26,2	33,1	43,9	59,1	69,5	81,3	86,7	85,1	79,5
16-jul-01	29	36,6	49,2	65,2	74,1	86,2	94,4	94,5	86,3
19-jul-01	30,9	39,5	52,7	69,3	78,7	88,6	93,7	92,8	88,4
23-jul-01	33,2	42	55,6	72,4	80,2	87,9	94,4	94,6	85,9
27-jul-01	35,3	43,6	57,8	73,8	82,1	88,4	95,4	94,3	88,6
30-jul-01	36,1	45,1	58,5	74,7	82,1	88,8	93,9	93	87,4
3-aug-01	37,3	46	59,4	75,8	83,3	90,2	94,6	94,5	89,5
10-aug-01	40,5	50,5	66,7	84,9	88,9	90,9	90,1	88,6	88,1
16-aug-01	41,8	50,8	64,5	80	85,3	90,5	93,7	94,1	88,6
20-aug-01	43,2	52	65,2	79,2	86,1	90	94,6	93,9	87,6
23-aug-01	44,2	52,5	63,6	76,5	83,8	89,1	94,7	94,2	87
28-aug-01	47,2	54,6	63	71,2	78,8	85,1	88	86,8	83,8
30-aug-01	46,5	54,2	64,9	77	82,2	89,7	93,1	92,7	88,4
6-sep-01	48,9	55,9	63,7	71,6	79,5	87,8	91,3	90,8	86,8
14-sep-01	45,4	51	58,7	67,7	74,1	77,5	78,5	78,1	76,9
19-sep-01	43,1	48,3	55,2	63,1	68,5	71,2	72,1	71,4	72
27-sep-01	39,9	44,3	50,6	57	61,3	63,3	64,4	64,7	65,2
3-okt-01	39,3	43,3	48,4	53,5	56,9	58,9	60,5	60,8	61,1
11-okt-01	33,7	40,7	45,4	50	52,6	54,1	55,3	55,6	56
18-okt-01	35,2	38,8	42,4	46	48,9	50,5	51,6	51,7	52,3
26-okt-01	33,9	37	39,8	43	45,6	47,2	48,1	48,4	48,7
1-nov-01	32,3	35,1	38,1	40,6	43,4	44,6	45,7	45,6	46,2
14-nov-01	29,6	31,9	34,7	36,9	39,3	40,3	41,2	41,1	41,5
29-nov-01	26,7	28,8	31,2	33,3	35,2	36,4	36,8	34,7	37,1
14-dec-01	24,3	26,3	28,2	30,2	31,7	32,8	33,3	33,5	33,6
11-jan-02	21,2	23,7	25	26,2	27,4	28,2	28,8	28,9	29,1
Max- temp	48,9	55,9	66,7	84,9	88,9	90,9	95,4	94,6	89,5

* : SRO- målinger

Temperaturmålinger TB 05 (manuelle og SRO- målinger)

Dato dybde	Temperaturmålinger i forskellige dybder (° C)									
	1,5 m	2,5 m *	3,0 m	3,5 m *	4,0 m	4,5 m *	5,0 m	5,5 m *	6,0 m	6,5 m *
29-mar-01	13,3	13,4	13,3	13,4	13,5	13,7	14,9	19,3	25,2	23,7
5-apr-01	13,5	13,3	13,5	13,6	13,9	18,5	46,3	79	83,8	65,7
29-maj-01	16,2	15,9	15,4	15,2	15,5	19,5	35	89,4	89,1	81,2
31-maj-01	16,6	16,4	16	16,2	18,2	35,1	44,3	88,5	87,2	79,5
8-jun-01	17,5	17,7	18,1	21,4	25,1	59,9	82,4	87,7	85,2	85,6
12-jun-01	19	19,4	18,8	27,8	42,2	84,4	85,9	90,2	76	86,4
14-jun-01	19,8	20,5	20,9	34,2	50,6	82,2	83,9	85,7	83,3	82,7
19-jun-01	21,4	22,9	25,2	38	49,4	70,9	80,9	87,2	84	85,9
21-jun-01	22,2	24	26,2	39,2	52,1	84,5	58,8	79,6	79,9	81,8
25-jun-01	23,5	26,1	28,8	43,9	59,3	82,9	84,4	91,5	89,4	89,9
28-jun-01	23,8	27,5	32,1	47,1	59,7	91,4	90,8	91,7	93	92,7
2-jul-01	26,9	30,9	36,4	57,8	77,6	94,8	95,5	95,9	96	96,5
5-jul-01	28,9	34,2	42,3	66,4	83,4	95	94,4	95,8	95,8	96,5
9-jul-01	31,1	36,6	44,3	61,2	71,6	72,9	65,3	78,7	94,5	77,2
12-jul-01	32,1	37	43,7	62,7	75,5	83,3	93,6	95,5	95,6	95,3
16-jul-01	34	40,3	50,8	81,1	92,7	95,2	95,5	95,9	95,7	96,8
19-jul-01	36,6	44,9	63,9	84	89,6	92,2	92,9	95,9	95,8	96,2
23-jul-01	36,4	42	49,7	70,4	84,3	95,4	95,9	96,2	96	97,5
27-jul-01	37,1	43,3	50,7	73,7	84,7	94,5	91,7	95,6	60,8	96,9
30-jul-01	37,6	43,4	50,7	71,3	83,6	91	89,1	90,7	95,7	93,9
3-aug-01	38,4	44,2	52,1	76,1	89,3	95,1	95,6	96	95,9	97
10-aug-01	42,8	52	62,9	79,3	86,4	89,8	95,3	96,1	95,6	95,7
16-aug-01	43,7	51,6	61,2	89,8	92,8	90,1	91	95,8	93,2	96,2
20-aug-01	47,7	56,1	67,2	91,8	93,4	91,7	92,5	95,7	95,6	96,3
23-aug-01	48,8	57,4	66,6	90,1	93,8	94,9	95,5	96,3	96,2	97
28-aug-01	54	59,7	64	78,7	84,4	88,4	90,1	98,3	100,2	98,4
30-aug-01	53	59,8	66,4	86,2	90,2	88,7	89,6	95,3	95,1	95,5
3-sep-01	53,1									
6-sep-01	54,6	58,4	63,6	81,1	89,5	89,1	88,5	91	90,7	91,6
14-sep-01	45,8	50,6	54,4	63,5	68,9	76	74,6	78,8	79,3	76,7
19-sep-01	40,8	45	48,6	57,8	62,9	71,7	74,1	74,3	74,3	75,4
27-sep-01	36	39,5	42,8	51,1	55	62,7	65,4	65,8	66,5	68,7
3-okt-01	35,2	38,6	41,3	48,9	52,5	59	61,3	62,3	63,1	64,8
11-okt-01	32,4	35,4	38,2	44,4	47,5	53,3	55,5	56,3	57,2	58,7
18-okt-01	31,1	33,9	36,4	41,8	44,4	49,2	51,2	52,1	53,1	54,1
26-okt-01	30,1	32,6	34,9	39,1	41,5	45,3	47,2	47,9	48,8	49,5
1-nov-01	28,5	30,8	32,6	36,9	38,9	42,7	44	45,1	45,5	46,3
14-nov-01	25,8	27,8	29,4	33,1	34,6	37,8	38,9	39,7	39,9	40,4
29-nov-01	23,1	24,6	26,1	29,2	30,6	33,1	34,1	34,5	34,8	35,1
14-dec-01	21	22,1	23,4	25,9	27,1	29,1	30,2	30,4	30,8	31
11-jan-02	19,2	19,9	20,6	22,8	23,5	24,7	25,3	25,8	26,2	26,3
Max- temp	54,6	59,8	67,2	91,8	93,8	95,4	95,9	98,3	100,2	98,4

* : SRO- målinger

Temperaturmålinger TB 06 (manuelle og SRO- målinger)

Dato dybde	Temperaturmålinger i forskellige dybder (° C)									
	1,5 m	2,5 m *	3,0 m	3,5 m *	4,0 m	4,5 m *	5,0 m	5,5 m *	6,0 m	6,5 m *
29-mar-01	6,7	8,5	9	10,4	11,3	12	12,4	13	13,4	13,9
31-maj-01	13,8	12,6	12,5	12,3	12,5	12,6	13	13	13,5	13,5
8-jun-01	13,8	13,1	12,7	12,8	12,8	13,1	13,6	13,7	13,7	13,8
12-jun-01	13,9	13,2	13	13,1	13,3	13,7	14,6	15,2	15	14,5
14-jun-01	14,1	13,3	13,6	13,2	13,8	14,7	17	18,6	17,8	15,6
19-jun-01	14,4	13,6	14	14,4	16,5	20,4	24,9	27,7	24,9	20,3
21-jun-01	14,5	13,8	14,2	15	17,3	21,3	25,8	27,8	25,2	21,3
25-jun-01	15	14,3	15	16	19,2	23,7	30,3	34,4	30,1	23,8
28-jun-01	15,2	14,7	15,2	17	20,3	27,6	35,5	40,5	34,2	26,7
2-jul-01	16,5	15,6	17	20,2	29,3	50,1	82,4	90,9	63,1	38,6
5-jul-01	16,7	16,5	18,7	25,3	40,9	75,6	94,3	93	69,6	48
9-jul-01	17,9	18,6	22,4	32,1	47,6	67,8	78,5	78,9	70,8	54,4
12-jul-01	18,9	20,1	24	32,3	46,2	71	83,1	83,9	71,2	54,8
16-jul-01	19,6	22,4	27	37	55,7	90,2	94,3	93,6	73,7	56,4
19-jul-01	19,9	24,4	30,7	41,2	61,7	92,7	94,5	94	77,9	60,9
23-jul-01	20,8	25,4	31,9	41,8	60,9	86,6	93,9	93,5	79,3	63,8
27-jul-01	21,5	27,3	33,5	45,4	65,7	92,7	94	95,2	84	66,4
30-jul-01	22,1	28	34,8	45,1	65,1	89,3	95	94,3	83,1	67,5
3-aug-01	22,8	29,1	36	47,3	70,7	94,5	94,5	94	82	68,1
10-aug-01	23,9	34	43,1	64	82,7	92,6	90,8	90,3	83	71,4
16-aug-01	25,3	37,8	47,5	61,6	79,9	94,9	95,3	94,2	84,9	69,8
20-aug-01	27,2	42,3	53,6	72,1	86,2	94,8	95,1	94,9	84,7	70,8
23-aug-01	28,4	43,4	54,9	68,8	82,3	94	95,5	95,1	83,4	69,8
28-aug-01	30,8	47,1	52,1	69,5	79,3	85,1	86,1	84,8	79,3	69,2
30-aug-01	31,9	46,6	55,9	66,9	82,3	95	94,7	93,3	81	68
3-sep-01	31,8									
6-sep-01	32	46,4	50,4	66,7	77,3	89	91,6	89,9	77	66,3
14-sep-01	28,1	36,3	38,1	46,5	54,4	60,1	61	61,4	60,9	58,4
19-sep-01	25,2	30,7	32	38,6	44,2	48,7	49,8	50,7	51	50
27-sep-01	22	26,2	28,3	30,7	35,5	38,9	39,8	40,8	41,2	40,8
3-okt-01	20,9	24,7	25,8	30,1	33,3	36	36,7	37,4	37,2	36,4
11-okt-01	19,2	22,1	23,2	26	28,5	30,8	31,3	32,1	31,7	31,7
18-okt-01	19	21,1	22,7	24	26,2	28	28,5	29	29	28,6
26-okt-01	17,6	20	21,4	22,4	24,3	25,5	26,2	26,3	26,5	26
1-nov-01	16,2	18,7	19,1	21,4	22,7	24	24,2	24,7	24,5	24,4
14-nov-01	13	16,3	16,6	19,2	20,3	21,3	21,6	22,1	21,9	22
29-nov-01	11,7	14	14,6	16,9	18,2	19,1	17,1	19,2	20,2	20,2
14-dec-01	10,3	12,6	13,7	15	16,5	17,4	18,1	18,5	18,9	18,2
11-jan-02	8,4	11	12,5	14,4	15,3	16,3	16,9	17,3	17,6	17,7
Max- temp	32	22,4	55,9	72,1	86,2	95	95,5	95,2	84,9	71,4

* : SRO- målinger

Temperaturmålinger TB 07 (manuelle og SRO- målinger)

Dato dybde	Temperaturmålinger i forskellige dybder (° C)								
	2,5 m *	3,0 m	3,5 m *	4,0 m	4,5 m *	5,0 m	5,5 m *	6,0 m	6,5 m *
29-mar-01	12,5	12,5	13,3	13,3	13,5	13,7	14	13,9	14,4
29-maj-01	15,7	15,3	15,2	15,2	15,3	16	16,5	16,9	17,1
31-maj-01	15,8	15,4	15,2	15,2	15,5	17,1	20	21,8	18,6
8-jun-01	16,4	16,5	17,3	19	22,1	26,6	33,9	37,9	30
12-jun-01	16,9	17,3	19	23,6	33	61,3	84,7	83,7	75,3
14-jun-01	17,3	18,2	21,3	28,8	43,6	69,2	83,1	83,6	75,5
19-jun-01	19,2	22,2	28,5	39	51,5	61,1	63,8	67,4	60,6
21-jun-01	20,1	23,6	30,2	39,9	51,3	68,1	81,5	84,9	75,5
25-jun-01	22,1	25,8	33,7	44,5	59	75,6	79,4	82,1	75
28-jun-01	23,7	28,2	36,8	47,7	60	83,9	90,7	87,8	83,4
2-jul-01	26	31,7	41,7	55,4	71,4	92,9	94,4	95,4	91,1
5-jul-01	28,3	34,9	47,5	63,6	80,5	93,7	94,6	94,9	92
9-jul-01	32	39,8	53,9	68,1	79,5	82,3	76,3	71,1	75,2
12-jul-01	34,4	41,9	54	66,4	79,1	85,7	83,4	94,8	81,2
16-jul-01	36,9	44,3	57,9	74,1	90,1	95	95,3	95,1	94,1
19-jul-01	39,6	48,5	61,1	75	88	93,9	92,5	94	91,5
23-jul-01	41,2	48,9	61,9	74	86	94,9	95,5	95,9	93,8
27-jul-01	42,7	50,1	63,6	76,3	88,4	94,9	92,5	90,4	90,9
30-jul-01	43,7	51	63,9	75,9	87,4	93,9	92,5	87,2	90,8
3-aug-01	44,7	51,5	64,7	77,8	90,9	94,9	95,3	95,2	94,5
10-aug-01	47,8	55,8	70,8	82,5	92,2	90,6	87,1	95,4	87,2
16-aug-01	48,9	55,1	68,1	80,7	92,8	94,9	92,1	89,2	90,7
20-aug-01	50,6	59,1	73,2	83,3	89,9	94,5	93,6	89,4	91,9
23-aug-01	52,6	60,4	72,7	81,8	89,1	94,6	95	95,6	93,4
28-aug-01	55,8	63,5	74,7	81,6	86,4	89,7	90,4	89,3	89,2
30-aug-01	55,7	62,2	73,3	84,3	93,8	94	91	86	90
6-sep-01	56,3	63,6	74,7	82,1	87,9	91,2	89,8	88,3	91,1
14-sep-01	52,8	57	64,5	68,5	72,2	73,6	73,6	73,9	75,6
19-sep-01	48,9	52,2	59,8	64,3	69,1	72,6	74,5	75,6	75,4
27-sep-01	44,4	47,9	54	58,3	63,5	68,1	70,6	71,6	72,1
03-okt-01	43,3	46,5	52,5	56,1	60,7	64,8	66,9	67,8	68,7
11-okt-01	40,4	43,7	48,4	51,8	56,1	60,1	62,4	63,5	64,5
18-okt-01	38,8	41,9	46,2	49,3	53,2	56,5	58,6	59,6	60,7
26-okt-01	37,3	40,2	43,7	46,6	50	53	54,8	55,8	56,8
01-nov-01	35,7	38,1	41,9	44,2	47,7	50,1	52	52,5	54
14-nov-01	32,9	35,2	38,4	40,3	43,2	45,3	46,9	47,3	48,5
29-nov-01	29,7	32	34,4	36,4	38,5	40,4	41,6	42,2	42,9
14-dec-01	26,8	28,8	30,9	32,6	34,4	36,1	37,1	37,5	38,3
11-jan-02	24	25,8	27,1	28,4	29,5	30,8	31,3	31,8	32,2
Max- temp.	56,3	63,6	74,7	84,3	93,8	95	95,5	95,9	94,5

* : SRO- målinger

Temperaturmålinger TB 08 (manuelle)

Dato dybde	Temperaturmålinger i forskellige dybder (° C)									
	1,5 m	2,5 m	3,0 m	3,5 m	4,0 m	4,5 m	5,0 m	5,5 m	6,0 m	6,5 m
29-mar-01	7,8	10,2	11,2	11,9	12,5	13,1	13,6	14,2	14,5	14,7
31-maj-01	14,1	14	13,2	13,1	13,1	13,1	13,2	13,6	13,7	14,1
8-jun-01	14,4	13,6	13,7	13,6	13,6	13,5	13,5	13,6	13,9	14,1
12-jun-01	15	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7	14	14	14	14,8
14-jun-01	14,6	13,8	14	14	13,7	13,8	14,1	13,9	14,1	14
19-jun-01	14,8	13,8	14,1	14,1	14	13,9	14,2	14	14,1	14,2
21-jun-01	14,9	13,8	14	13,8	13,8	13,8	14,2	14,1	13,9	14
25-jun-01	15,2	13,8	13,9	14,3	14,1	14	14	13,9	14	14,1
28-jun-01	15,5	13,9	14,3	14,1	13,9	13,9	14,5	13,9	14	14,1
2-jul-01	16,6	14,2	14,8	14,5	14,3	14,2	15,1	14,1	14,2	14,3
5-jul-01	16,7	14,1	14,6	14,5	14,1	14,1	15,1	14	14,1	14,1
9-jul-01	17,4	14,2	15	14,9	14,7	14,3	15,4	14,2	14,2	14,2
12-jul-01	18	14,3	15,3	15,2	14,7	14,6	16	14,4	14,3	14,3
16-jul-01	17,9	14,4	15,5	15,1	14,8	14,5	16,2	14,3	14,2	14,4
19-jul-01	18	14,6	15,7	15,3	15,1	14,8	16,5	14,4	14,4	14,3
23-jul-01	18,1	14,7	16,1	15,7	15,2	15	16,6	14,6	14,4	14,3
27-jul-01	18,2	14,9	16,3	15,9	15,6	15,2	16,8	14,7	14,6	14,4
30-jul-01	18,5	15,2	16,5	16,3	15,9	15,6	17,2	15,1	14,8	14,8
3-aug-01	18,7	15,7	17,1	16,7	16,4	16,2	17,5	15,5	15,1	14,9
10-aug-01	18,6	16,8	17,9	17,9	18	17,7	18,1	16,4	15,5	15,3
20-aug-01	18,8	19	19,4	19,7	19,7	19,6	19	18,6	17,2	16,4
23-aug-01	19,3	19,7	20,1	20,2	20,5	20,5	19,4	19,2	17,7	16,7
30-aug-01	20,2	21,4	21,4	22	22,2	22,1	20,9	20,8	19	18
6-sep-01	20,4	22,7	22,6	23,2	23,4	23,3	21,8	21,6	20,1	18,3
14-sep-01	19,9	23,2	23	23,6	23,8	23,6	21,7	21,9	20,4	19,4
19-sep-01	19,1	22,9	22,6	23,3	23,4	23,4	21,3	22,1	20,7	19,6
27-sep-01	18,6	22,6	21,9	22,7	22,8	22,9	21	21,8	21	19,6
3-okt-01	18,2	22,3	21,4	21,6	22,4	22,4	20,5	20,7	20,8	19,4
11-okt-01	17,9	21,5	20,6	21,2	21,3	21,7	19,8	20,9	20,2	19,5
18-okt-01	17,8	20,6	20,3	20,4	20,8	20,9	19,4	20,6	20,5	19,2
26-okt-01	17,3	20,9	20,1	20,5	20,8	20,9	18,8	20,4	19,9	19
1-nov-01	16,7	20,5	19,5	20	20,1	20,5	18,7	20,2	19,8	19,4
14-nov-01	14,5	19,6	18,3	18,9	19,3	19,5	17,3	19,4	19,2	18,8
29-nov-01	12,6	19	16,9	17,7	18,5	18,8	15,5	19	18,8	18,7
14-dec-01	12	18,4	15,9	16,9	17,6	18,1	14,9	18,7	18,7	18,6
11-jan-02	8,6	17	13,7	15	15,7	16,6	12,3	17,5	17,7	17,8
Max- temp	20,4	23,2	23	23,6	23,8	23,6	21,8	22,1	21	19,6

temperaturmålinger TB 09 (manuelle)

Dato dybde	Temperaturmålinger i forskellige dybder (° C)				
	4,5 m	5,0 m	5,5 m	6,0 m	6,5 m
29-mar-01	14,3	14,2	14,7	14,9	15
19-jun-01	15,7	15,4	15,1	15	15
2-jul-01	16	15,7	15,3	15	15,1
5-jul-01	15,7	15,4	15,1	15	14,6
16-jul-01	16,7	16,1	15,6	15,3	15,1
30-jul-01	17,9	17,6	17	16,1	16
6-sep-01	28,7	28,8	27,9	25,8	23,4
14-sep-01	28,5	28	26,9	25,7	23,5
19-sep-01	27,2	26,2	25,8	24,7	23,3
27-sep-01	25,8	25,3	25,2	23,8	22,6
3-okt-01	25	24,7	24,1	23,4	22,4
7-okt-01	23,7	23,5	23,5	22,7	21,9
18-okt-01	23,3	23,1	23	22,2	21,6
26-okt	22,7	22,5	22,3	21,8	20,8
01-nov	22,3	22,2	21,7	21,5	20,9
14-nov	21,4	21,4	21,2	20,9	20,7
29-nov	20,3	20,3	20,3	20,2	20
14-dec	19,5	19,7	19,6	19,6	19,5
11-jan	18,1	18,5	18,7	18,9	18,7
Max- temp	28,7	28,8	27,9	25,8	23,5

Temperaturmålinger TB 10 (manuelle)

Dato dybde	Temperaturmålinger i forskellige dybder (° C)				
	4,5 m	5,0 m	5,5 m	6,0 m	6,5 m
29-mar-01	13,8	14,1	14,2	14,5	14,6
19-jun-01	14,9	14,9	14,4	14,3	14,4
2-jul-01	15,3	15,1	14,7	14,7	14,5
5-jul-01	15,1	14,7	14,4	14	14,1
16-jul-01	15,6	15,1	15,1	14,7	14,4
30-jul-01	16	15,4	15,2	14,8	14,5
6-sep-01	17,8	17,6	17,6	17	16,8
14-sep-01	18,3	18	18,4	17,5	17,2
19-sep-01	18,7	18,4	18,1	17,6	17,4
27-sep-01	19	18,6	18,2	18	17,8
03-10-2001	19,4	19,3	19,2	19,1	18,1
11-okt-01	19,4	19,2	18,8	18,6	18,2
18-okt-01	19,5	19,3	19,2	18,9	18,6
26-okt-01	19,6	19,4	19,1	18,4	18,8
01-nov	19,7	19,6	19,3	19	18,7
14-okt	19,7	19,7	19,3	19,2	19
29-nov	18,9	19,1	18,9	18,7	18,7
14-dec	18,6	18,9	18,9	18,9	18,9
11-jan	17,5	18	18,3	18,5	18,8
Max- temp	19,7	19,6	19,3	19,1	18,8

Temperaturmålinger TB 11 (manuelle)

Dato dybde	Temperaturmålinger i forskellige dybder (° C)								
	2,5 m	3,0 m	3,5 m	4,0 m	4,5 m	5,0 m	5,5 m	6,0 m	6,5 m
29-mar-01	10,8	11,4	12,1	12,5	12,9	13	12,8	12,9	12,7
31-maj-01	14,7	14,5	14	13,8	13,6	13,7	13,6	13,7	13,9
8-jun-01	15	15	14,6	14,3	14,3	14	14	14,1	14,2
12-jun-01	15,4	15,3	15,3	15,1	15	14,9	14,8	14,9	14,9
14-jun-01	15,1	15	14,8	14,7	14,6	14,4	14,3	14,5	14,6
19-jun-01	14,9	14,8	14,5	14,5	14,6	14,8	15,4	16,8	18,1
21-jun-01	15,3	15,1	15,1	15,1	15,4	15,9	17,1	19,2	21,2
25-jun-01	15,4	15,2	15,4	15,6	15,8	17,6	19,7	23,3	25,8
28-jun-01	15,8	15,6	15,9	16,5	17,8	19,8	23,2	28,7	31,7
2-jul-01	-	16,4	17,1	18,1	20,8	25,2	34,7	51,2	57,9
5-jul-01	-	17,3	18	19,8	24,7	32,7	49,1	82,6	86,8
9-jul-01	-	18,9	20,8	24,1	32,2	42,9	57,3	73,5	76,3
12-jul-01	-	20,8	23,1	27,6	36	45,5	58,5	77	79,9
16-jul-01	-	23,2	26,5	31,2	39,9	49,9	65,1	92,5	92,7
19-jul-01	-	24,3	8,1 ¹⁾	33,6	43,5	54,7	69,5	92,4	92,1
23-jul-01	-	26,8	31,6	38,2	49,1	60,1	72,7	89,4	89,5
27-jul-01	-	29,3	34,6	46,2	54,3	67,5	80	92,8	92,8
30-jul-01	-	30,9	36,8	45	57,5	70,2	81,2	93,4	92,6
8-aug-01	-	33,4	39,6	48,3	60,9	74	84,6	94,1	93,1
16-aug-01	-	39,7	47,3	56,1	66,6	76,9	85,3	94,3	93,6
23-aug-01	-	42,2	49,6	58,4	68,7	78,3	85,3	94,2	93,6
6-sep-01	-	47,4	54	61,5	69,6	76,4	82,5	90,5	90,4
14-sep-01	-	47	53,2	59,4	65,6	71	75,5	77,8	78,1
19-sep-01	-	45,5	51,1	56,2	61	64,9	68,2	70,1	71,1
27-sep-01	-	43,1	47,6	51,6	55,1	58,1	60,7	62,3	63,7
3-okt-01	-	41,6	45,5	48,9	52	54,6	57,2	58,8	60,1
11-okt-01	-	34,2	41,7	45,3	48,1	50,4	52,5	53,8	55
18-okt-01	-	33,2	39,6	42,6	45,1	47,1	49	50,3	51,2
26-okt-01	-	33,6	37,6	40,2	42,3	44,2	45,8	46,7	47,6
1-nov-01	-	30,3	35,9	38,3	40,4	42,1	43,4	44,3	45,1
14-nov-01	-	29,9	33,3	35,2	36,8	38,2	39,1	39,5	40
29-nov-01	-	25,9	29,8	31,5	32,9	33,5	34,8	35	35,3
14-dec-01	-	24	26,9	28,4	29,8	30,6	31,4	31,6	31,7
11-jan-02	-	21,4	23,5	24,7	26,1	27,9	28,9	29,1	29,3
Max- temp	15,8	47,4	54	61,5	69,6	78,3	85,3	94,3	93,6

¹⁾ : Målefejl, ikke vist i grafen

- : ikke målt

Temperaturmålinger TB 12 (manuelle)

Dato dybde	Temperaturmålinger i forskellige dybder (° C)				
	4,5 m	5,0 m	5,5 m	6,0 m	6,5 m
29-mar-01	15,2	15,1	15	15	14,7
19-jun-01	16,1	15,6	15,2	15,1	14,9
2-jul-01	16,5	15,7	15,2	15	14,6
5-jul-01	16,3	16,2	15,2	15	14,9
16-jul-01	17,1	16,3	15,7	15,3	15
30-jul-01	18,7	18,2	17,7	17	16,4
6-sep-01	28,1	28,2	27,9	26,7	24,6
14-sep-01	28,3	28,5	27,7	25,6	23,7
19-sep-01	27,8	27,6	27,3	25,1	23,2
27-sep-01	26,5	26,1	25,4	24,1	22,3
3-okt-01	25,8	25,7	25,4	23,5	22
11-okt-01	25	23,9	23,8	22,8	21,3
18-okt-01	24,2	23,4	23,3	22,1	20,7
26-okt-01	23,4	23,1	22,4	21,4	20,2
01-nov	22,8	22,4	21,8	20,8	19,5
14-nov	21,5	21,3	20,7	19,9	18,7
29-nov	20,5	20,2	19,7	19	18,3
14-dec	19,2	19,1	18,9	18,8	17,6
11-jan-02	17,6	19,36	22,6	23,8	24,4
Max- temp	28,3	28,5	27,9	26,7	24,6

Temperaturmålinger TB 13 (manuelle)

Dato dybde	Temperaturmålinger i forskellige dybder (° C)								
	2,5 m	3,0 m	3,5 m	4,0 m	4,5 m	5,0 m	5,5 m	6,0 m	6,5 m
19-jun-01	16,7	16,2	15,8	15,7	15,3	15,3	16,3	17,5	19,3
21-jun-01	16,7	16,1	15,9	15,6	15,6	16,1	17,5	19,4	21,1
25-jun-01	16,5	16,3	16,1	16	16,2	18,5	20	23,2	27,4
28-jun-01	16,8	16,4	16,4	16,7	17,5	19,3	22,8	28,1	32,7
2-jul-01	17,4	16,9	17,5	18,4	20,8	26,9	40,2	59,1	72,7
5-jul-01	17,7	17,3	18,1	20,3	26,1	41,7	73,7	92,3	91,3
9-jul-01	18,6	18,8	20,6	26,8	38,1	55,8	73,4	80,8	79,3
12-jul-01	19,4	19,4	24	30,9	40,9	55,1	74	85,2	84,1
16-jul-01	20,9	22,1	27,2	34,5	46	67,3	93,8	95,1	93,3
19-jul-01	22,2	24,3	29,4	39,2	54,1	75,7	94,9	95,2	93,6
23-jul-01	23,5	25,4	33,5	44,6	58,6	75,7	90,1	91	88,7
27-jul-01	25,1	27,2	36,4	48,2	63,2	80,2	90,9	91,1	88,8
30-jul-01	26,2	28,5	38,3	50,1	64,1	79,2	88,5	91	92,1
3-aug-01	28,2	30,3	40,4	52,7	67,3	83,4	94,7	95,4	94,2
23-aug-01	37,1	41,9	54,3	65,7	76,7	85,8	89,5	89,1	90,3
6-sep-01	41,3	43,1	57,8	66,1	73,9	80,9	88,2	90,6	89
14-sep-01	35,9	36,1	44,5	54,7	60,9	64,9	66,1	66,6	66,5
19-sep-01	36,5	36,7	41,9	48,9	53,1	55,9	56,1	57,5	57,8
27-sep-01	33,3	33,2	37,5	42,5	45,5	47,3	48,2	48,6	49,5
3-okt-01	32,7	32,9	36,5	41	43,4	45	45,6	45,6	46,6
11-okt-01	30,3	30	33,5	36,9	38,9	40,2	40,4	40,7	41,3
18-okt-01	29,1	29,2	32	34,6	36,3	37,3	37,5	38,1	38,1
26-okt-01	27,6	27,7	30,3	32,3	33,6	34,4	34,7	34,8	34,5
1-nov-01	26,1	26	28,4	30,6	31,9	32,5	32,7	32,6	32,4
14-nov-01	24,1	23,8	25,9	27,9	28,7	29,2	29,2	29,2	28,5
29-nov-01	21,8	21,5	23,4	24,8	25,7	26,1	26	25,9	25,6
14-dec-01	20,1	20	21,4	22,6	23,4	23,9	23,8	23,7	23,5
11-jan-02	17,1	16,8	18	20,8	21,1	21,5	21,8	21,7	21,6
Max- temp	41,3	43,1	57,8	66,1	76,7	85,8	94,9	95,4	94,2

Temperaturmålinger TB 14 (manuelle)

Dato dybde	Temperaturmålinger i forskellige dybder (° C)									
	1,5 m	2,5 m	3,0 m	3,5 m	4,0 m	4,5 m	5,0 m	5,5 m	6,0 m	6,5 m
29-mar-01	8,7	9,2	10,4	11,4	12,5	12,5	13,3	14	14,4	14,3
31-maj-01	14,4	13,4	13,2	13,2	13,1	13,1	13,2	13,3	13,6	13,7
8-jun-01	14,4	14,3	13,7	13,6	13,5	13,4	13,3	13,4	13,4	13,4
12-jun-01	15	14,5	14,4	14,5	13,7	13,7	13,5	13,5	13,7	13,8
14-jun-01	14,6	14,5	14	13,9	13,6	13,5	13,5	13,8	14	14,2
19-jun-01	15,1	14,6	14,4	14,3	14,2	14,7	15,2	16,9	17,8	17,6
21-jun-01	14,9	14,3	14,1	14,1	14,4	15,1	15,9	18,1	19,6	18,2
25-jun-01	15,2	14,8	15	14,9	15,1	17,1	18	20,7	21,9	21,5
28-jun-01	15,5	15,3	15	15,1	16,2	18,5	21,1	24,8	26,5	24,5
2-jul-01	16,9	15,9	16,3	16,5	19,8	32,4	35,3	56,4	59,1	44,4
5-jul-01	16,7	16,1	16,9	19,4	26,9	67,5	65,2	92,1	85,9	62,7
9-jul-01	17,7	18	20,4	26,7	39	66,1	66,6	77,2	73,4	60,7
12-jul-01	18,6	20,1	23,4	30,3	41,2	65,5	65,2	80,4	77,3	62,4
16-jul-01	19,7	22,6	26,8	34,2	59	90,8	89,6	94,8	91,7	73,4
19-jul-01	20,2	24,3	29,7	40,2	88,2	94,2	94	94,8	92,5	76,6
23-jul-01	21,3	27	33,6	44,5	68,3	86,9	86,4	89,8	86	74,7
27-jul-01	22,9	29,4	36,5	48,4	74,5	89,4	89,4	90,1	86,9	77,4
30-jul-01	24,2	31,5	38,7	50,3	71,7	87,2	87,1	90,7	87,2	76,3
3-aug-01	25,7	33,6	41	53	75,6	93,9	93,8	95	92,4	79,9
10-aug-01	27,6	26,1 ¹⁾	48,3	62,9	82,6	92,4	92,3	91,9	89	81,2
23-aug-01	32,2	44,3	54,3	66,1	80	89,7	89,8	90,8	87,3	78,2
6-sep-01	35,6	47,7	55,5	64,4	74	84,4	84,9	89,6	85,4	74,8
14-sep-01	34,3	44,6	49,9	55,5	59,8	62,7	63	62,9	61,7	60,5
19-sep-01	32,3	41,3	45,5	49,7	52,4	54,2	53,9	53,3	52,6	52,3
27-sep-01	29,2	36,1	39,3	42,3	44,3	45,3	45,2	44,7	44	43,7
3-okt-01	27,2	33,5	36,4	38,9	40,6	41,8	41,9	41,6	40,7	39,9
11-okt-01	25,4	30,5	32,8	35	36,4	37,1	37	36,7	36	35,2
18-okt-01	24	28,3	30,3	32	33,4	33,9	34	33,8	32,8	32
26-okt-01	22,3	26,3	28,1	29,4	30,4	30,9	31	30,6	29,9	28,9
1-nov-01	21,2	25,2	26,4	27,9	28,8	29,4	29,3	28,9	28,1	27,4
14-nov-01	18,1	22	23,4	24,8	25,6	25,8	25,8	25,6	24,9	24,2
29-nov-01	15,4	19,2	20,5	21,8	22,7	23,1	23,2	23,2	22,6	22,1
14-dec-01	13,6	16,8	18,1	19,3	20,4	20,7	20,9	20,9	20,9	20,7
11-jan-02	10,4	13,7	15,1	16,5	17,4	18,1	18,5	18,7	18,8	18,7
Max- temp	35,6	47,7	55,5	66,1	88,2	94,2	94	95	92,5	81,2

¹⁾ : Målefejl, ikke vist i grafen

Temperaturmålinger TB 15 (manuelle)

Dato dybde	Temperaturmålinger i forskellige dybder (° C)									
	1,5 m	2,5 m	3,0 m	3,5 m	4,0 m	4,5 m	5,0 m	5,5 m	6,0 m	6,5 m
29-mar-01	9,4	10,9	11,6	12	12,5	12,9	13,5	13,9	14,2	14,4
8-jun-01	17	15,9	15,7	14,5	14,3	14,2	13,8	13,7	13,8	13,9
19-jun-01	17,4	15,8	15,4	15,1	14,6	14,2	13,9	13,9	13,7	13,6
2-jul-01	19,2	16,7	15,8	15,1	14,8	14,4	14,3	13,9	13,6	13,7
5-jul-01	19,8	16,9	16,1	15,3	14,8	14,4	14	13,8	13,4	13,4
16-jul-01	21,1	18,6	17,5	16,5	16,1	15,6	14,8	14,1	14	13,9
30-jul-01	21,8	18,8	18	17,1	16,2	15,5	15,1	14,5	14	13,8
6-sep-01	20,9	20,2	19,4	18	18	17,7	16,3	15,6	15,5	15,2
14-sep-01	19,1	19,1	19	18,1	17,5	16,8	16,1	15,4	14,9	14,7
19-sep-01	18,5	18,7	18,4	18,1	17,5	16,7	16,2	15,4	15	14,6
27-sep-01	18,2	18,6	18,5	18,1	17,2	17	16,7	15,7	15,7	15
3-okt-01	17,2	18	17,9	17,6	16,6	17,1	16,5	16	15,6	15,4
11-okt-01	18	17,8	17,8	17,8	17,6	17,2	16,3	15,8	15,7	15,1
18-okt-01	16,8	17,2	17,2	16,9	16,7	16,4	15,9	15,4	15,4	14,9
26-okt-01	16,4	17,2	17,2	17	16,7	16,5	16,1	15,7	15,2	15
1-nov-01	16,1	17	17	17,1	16,8	16,6	16,2	15,8	15,5	15,1
14-nov-01	14	15,9	16,4	16,4	16,5	16,3	16,2	15,7	15,5	15,2
29-nov-01	12,3	14,8	15,3	15,6	15,8	15,8	15,7	15,5	15,5	15,1
14-dec-01	11,4	13,6	14,5	14,5	15,2	15,4	15,3	15,5	15,4	15,3
11-jan-02	8,3	11,3	12,2	13	13,7	14,2	14,6	15	15	15,1
Max- temp	21,8	20,2	19,4	18,1	18	17,7	16,7	16	15,7	15,4

Bilag 13.4 Temperatur i grundvandsmoniteringsboringer

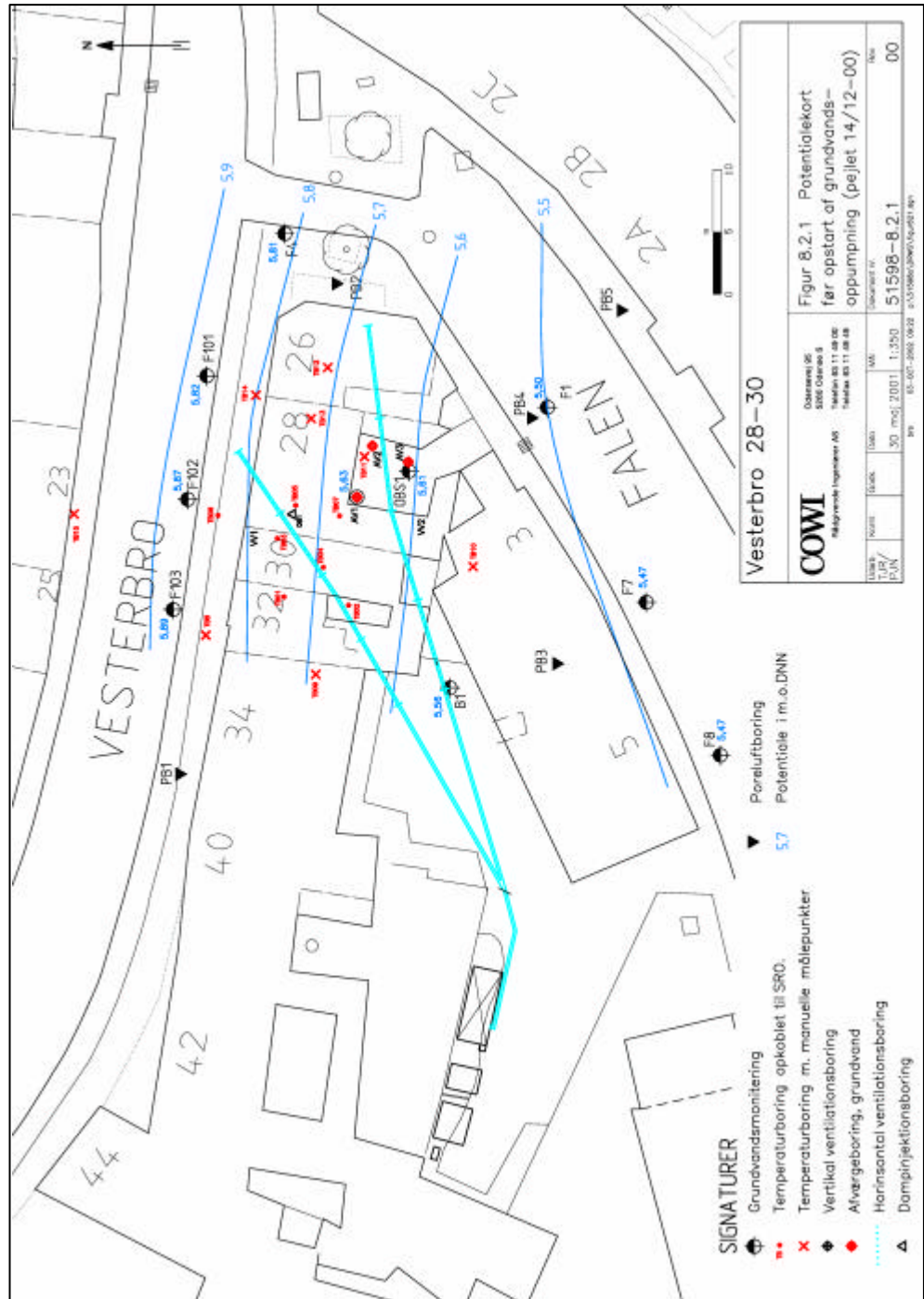
Dato	Temperatur i monitoringsboringer [°C]														
	F101			F102			F103			F1			F4		
	Boring	top	midt	bund	top	midt	bund	top	midt	bund	top	midt	bund		
26-mar-01	14,6	-	-	15,0	-	-	14,6	-	-	15,1	-	-	14,6	-	-
14-jun-01	13,9	-	-	13,8	-	-	14,1	-	-	14,1	-	-	13,9	-	-
12-jul-01	14,1	-	14,0	15,5	-	14,5	14,5	-	14,2	14,1	-	14,5	13,8	-	14,0
08-aug-01	16,1	-	15,7	28,6	-	20,8	15,7	-	15,3	14,6	-	14,4	14,2	-	14,1
07-nov-01	17,0	16,9	16,7	18,4	18,4	18,1	17,7	17,5	17,4	15,7	15,2	14,9	15,1	15,0	14,9
14-feb-02	15,3	-	15,9	15,7	-	16,6	16,1	-	16,8	15,6	-	15,8	15,0	-	15,3

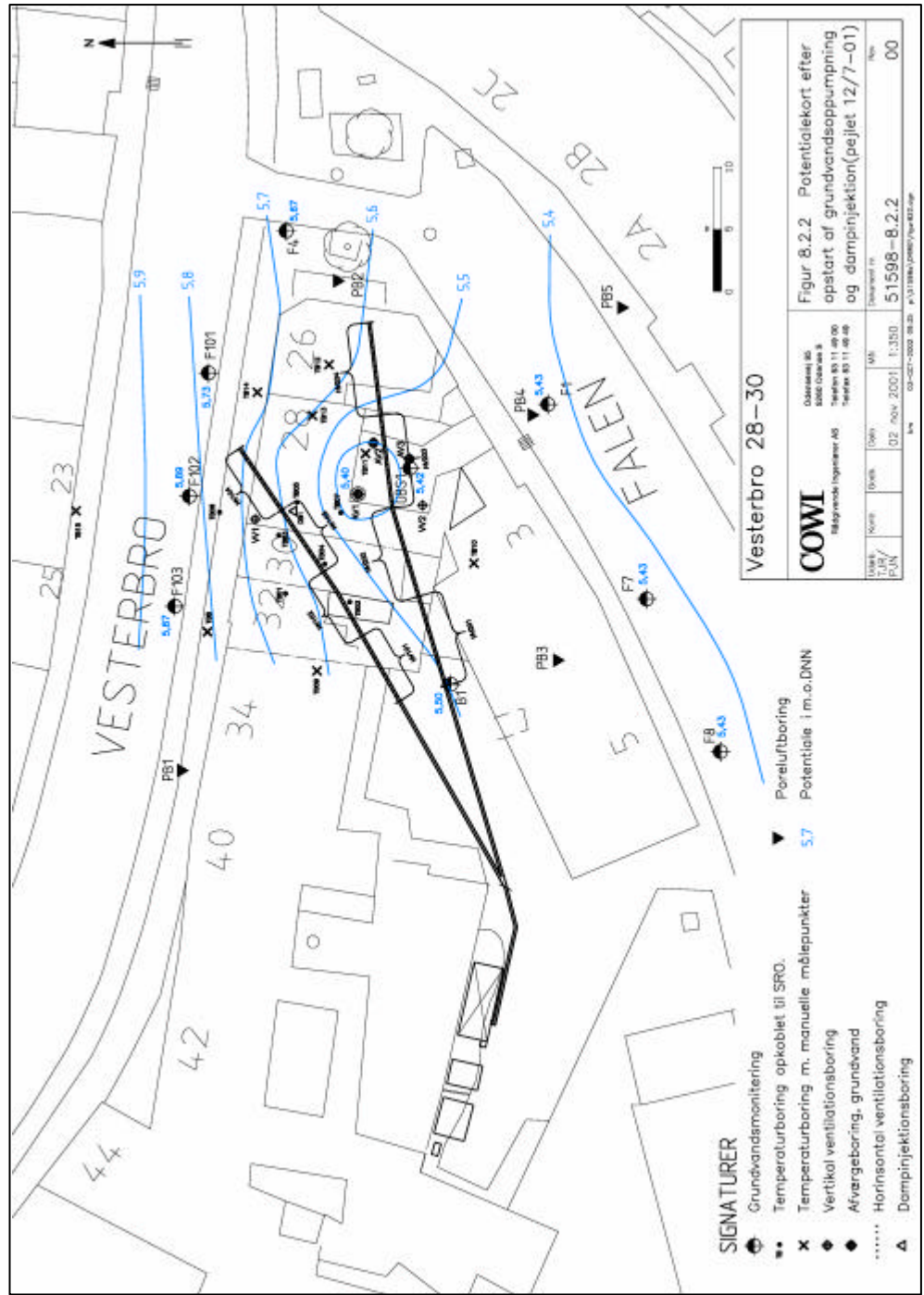
Dato	Temperatur i monitoringsboringer [°C]														
	F7			F8			OBS 1			B1			AV 1		
	Boring	top	midt	bund	top	midt	bund	top	midt	bund	top	midt	bund	top	midt
26-mar-01	15,2	-	-	13,7	-	-	14,2	-	-	14,4	-	-	-	-	-
14-jun-01	-	-	-	-	-	-	14,3	-	-	13,5	-	-	-	-	-
12-jul-01	14,2	-	14,5	13,1	-	13,6	21,4	-	15,3	13,8	-	14,0	59,8	-	21,7
08-aug-01	14,7	-	14,2	13,6	-	13,4	59,0	-	24,1	16,6	-	14,6	75,5	-	36,5
07-nov-01	15,4	15,1	14,8	14,9	14,2	13,8	36,0	34,5	28,0	19,1	17,9	16,7	43,4	44,2	37,8
14-feb-02	15,5	-	15,3	14,4	-	14,2	23,0	-	23,2	17,2	-	17,2	26,8	-	26,5

- : ikke målt

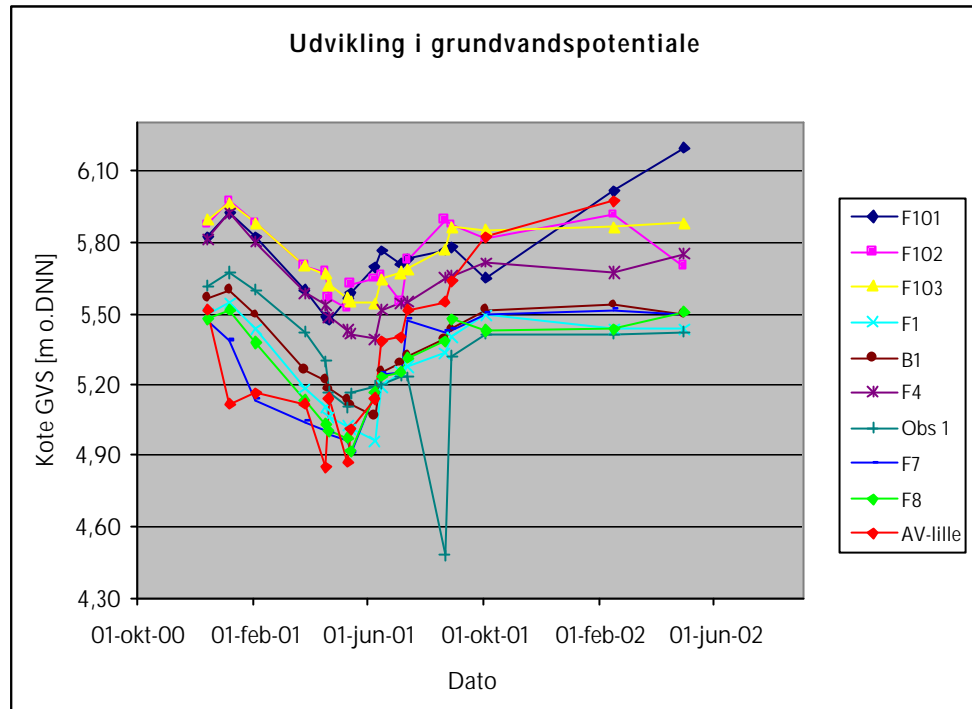
Bilag 14 Potentialekort for grundvand

Bilag 14.1 Potentialekort





Bilag 14.2 Udvikling i grundvandspotentiale



Bilag 14.3 Pejleresultater

Dato	F101		F102		F103		F1		F4		B1		OBS1		F7		F8		AV1-tille	
	Boring																			
Fillersætning	5.8-7.8		5.8-7.8		5.2-7.2		6.0-10.0		6.0-10.0		6-8		1.5-10.0		5.0-11.0		4.75-13.75		6-10	
Målepunktskote	12,06		11,9		11,88		12,08		12,42		11,72		12,44		11,81		11,51		11,91	
Enhed	Nedstik		Kote GVS		Nedstik		Kote GVS		Nedstik		Kote GVS		Nedstik		Kote GVS		Nedstik		Kote GVS	
	m u.mp.	m o.DNN	m u.mp.	m o.DNN	m u.mp.	m o.DNN	m u.mp.	m o.DNN	m u.mp.	m o.DNN	m u.mp.	m o.DNN	m u.mp.	m o.DNN	m u.mp.	m o.DNN	m u.mp.	m o.DNN	m u.mp.	m o.DNN
14-12-00	6,24	5,82	6,03	5,87	5,99	5,89	6,58	5,50	6,61	5,81	6,16	5,56	6,83	5,61	6,34	5,47	6,04	5,47	6,28	5,51
05-01-01	6,14	5,92	5,93	5,97	5,92	5,96	6,54	5,54	6,50	5,92	6,12	5,60	6,77	5,67	-	-	6,00	5,51	-	-
01-02-01	6,24	5,82	6,02	5,88	6,00	5,88	6,65	5,43	6,62	5,80	6,23	5,49	6,84	5,60	6,43	5,38	6,14	5,37	-	-
08-03-01	3)	-	6,20	5,70	6,18	5,70	6,90	5,18	6,84	5,58	6,46	5,26	7,02	5,42	6,68	5,13	6,38	5,13	-	-
26-03-01	6,46	5,60	6,23	5,67	6,22	5,66	6,98	5,10	6,89	5,53	6,50	5,22	7,14	5,30	6,77	5,04	6,48	5,03	-	-
05-04-01	3)	-	3)	-	6,26	5,62	7,02	5,06	6,94	5,48	6,54	5,18	7,27	5,17	6,81	5,00	6,51	5,00	6,68	5,12
17-04-01	6,58	5,48	3)	-	6,32	5,56	7,06	5,03	7,00	5,43	6,59	5,13	7,34	5,10	6,82	4,99	3)	-	6,75	5,16
19-04-01	6,59	5,47	6,34	5,57	6,34	5,55	7,07	5,01	7,01	5,41	6,61	5,11	7,28	5,16	6,84	4,97	6,54	4,97	6,79	5,12
26-04-01	3)	-	6,38	5,52	6,34	5,54	7,12	4,96	7,03	5,39	6,65	5,07	7,25	5,19	6,90	4,91	6,60	4,91	-	-
10-05-01	6,50	5,56	6,28	5,62	6,24	5,64	6,89	5,19	6,91	5,51	6,47	5,25	7,24	5,20	6,65	5,16	6,35	5,16	-	-
14-05-01	6,48	5,58	6,26	5,64	6,21	5,67	6,83	5,25	6,88	5,54	6,43	5,29	7,21	5,23	6,57	5,24	6,28	5,23	7,06	4,85
17-05-01	3)	-	6,25	5,66	6,20	5,68	6,81	5,28	6,87	5,55	6,40	5,32	7,21	5,23	6,56	5,25	6,26	5,25	6,77	5,14
31-05-01	3)	-	2)	-	2)	-	6,75	5,33	6,77	5,65	6,33	5,39	7,96	4,48	3)	-	6,20	5,31	7,04	4,87
08-06-01	6,37	5,69	2)	-	6,11	5,77	6,68	5,40	6,77	5,66	6,29	5,43	7,12	5,32	3)	-	6,13	5,38	6,90	5,01
14-06-01	6,30	5,76	6,35	5,55	6,02	5,86	6,59	5,49	6,71	5,71	6,21	5,51	7,03	5,41	6,34	5,47	6,04	5,47	6,77	5,14
05-07-01	6,36	5,71	6,18	5,72	6,04	5,85	6,65	5,43	6,31 1)	-	6,19	5,53	7,03	5,41	6,40	5,42	6,09	5,43	6,53	5,38
12-07-01	6,33	5,73	6,01	5,89	6,02	5,87	6,65	5,43	6,75	5,67	6,22	5,50	7,02	5,42	6,39	5,43	6,08	5,43	6,51	5,40
14-08-01	3)	-	6,03	5,87	6,00	5,88	6,56	5,52	6,67	5,75	6,14	5,58	-	-	6,31	5,50	6,01	5,50	6,40	5,51
20-08-01	6,30	5,76	6,09	5,81	6,03	5,85	6,56	5,52	6,68	5,74	6,15	-	6,81	5,63	6,30	5,51	5,99	5,52	6,36	5,55
28-08-01	6,28	5,78	5,99	5,91	6,01	5,87	6,58	5,50	6,69	5,73	6,15	5,57	6,84	5,60	6,31	5,50	5,99	5,52	6,28	5,63
03-10-01	6,41	5,65	6,20	5,70	6,16	5,72	6,63	5,45	6,76	5,66	6,25	5,47	6,90	5,54	3)	-	6,05	5,46	-	-
14-02-02	6,05	6,01	5,85	6,05	5,81	6,07	6,16	5,92	6,40	6,02	5,84	5,88	6,52	5,92	5,86	5,95	5,56	5,95	6,09	5,82
29-04-02	5,87	6,19	5,70	6,20	5,64	6,24	6,13	5,95	6,26	6,16	5,71	6,01	6,47	5,97	6,26	-	5,54	5,97	5,94	5,97

u.mp.: meter under målepunkt

1) evt. målefejl

-: ikke målt

m o.DNN: meter over DNN

2) vand i boring

3) ikke målt pga. manglende adgang

Bilag 15 Vakuumbredelse

Bilag 15.1 Trykmålinger i moniteringsboringer

Dato / Boring	TB1 Undertryk	TB2 Undertryk	TB3 Undertryk	TB4 Undertryk	TB5 Undertryk	TB6 Undertryk	TB7 Undertryk	TB8 Undertryk	TB9 Undertryk	TB10 Undertryk	TB11 Undertryk
Enhed	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa
4-jan-01	580	1660	1010	245	865	475	318	160	500	30	215
5-jan-01	550	1560	1050	235	815	470	298	155	480	28	201
30-mar-01	562	1551	1168	232	915	545	303	170	423	26	214
8-jun-01	366	1165	910	179	641	358	216	94	326	låst	126
21-jun-01	386	1175	971	173	671	362	221	91	325	17	125
5-jul-01	-	-	720	118	445	205	153	-	-	-	-
12-jul-01	-	-	850	118	550	290	160	-	-	-	-
16-aug-01	294	1384	565	109	255	-	134	-	-	-	-
16-aug-01	216	1201	344	74	132	-	98	-	-	-	-
14-sep-01	477	1250	1098	179	785	467	248	125	271	20	173
3-okt-01	507	1286	1100	182	798	534	261	156,6	337	20	185
11-okt-01**	318	824	650	107	476	335	-	98	241	13,3	130,4
11-okt-01*	-	-	808	134,3	-	-	-	-	-	-	-
11-jan-02	374	860	785	137,5	567	369	-	120,5	266	18,1	171,1

Dato / Boring	TB12 Undertryk	TB13 Undertryk	TB14 Undertryk	TB15 Undertryk	PB1 Undertryk	PB2 Undertryk	PB3 Undertryk	PB4 Undertryk	PB5 Undertryk	PB6 undertryk
Enhed	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa
4-jan-01	95	190	210	20	10	14	18	30	0	-
5-jan-01	80	165	210	21	10	16	15	18	0	-
30-mar-01	176	Opgravning	278	27	12	37	10	24	6	-
8-jun-01	106	låst	136	8	0	20	låst	12	158	-
21-jun-01	105	104	133	11	2	19	8	9	260	-
14-sep-01	119	145	185	18	5	20	-	15	2	-
3-okt-01	132,6	177,4	136	43,3	8,7	24	8,5	20	4,6	7
1-okt-01**	82,8	118,2	156,3	15,5	4,2	14,5	låst	bil	2,9	3,2
11-okt-01*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,5
11-jan-02	104,5	155,5	210	23,4	9,6	18,9	låst	bil	4	7,6

** : efter nedtagning af ATD rør til indeklimamålinger. Flow neddroeslet.

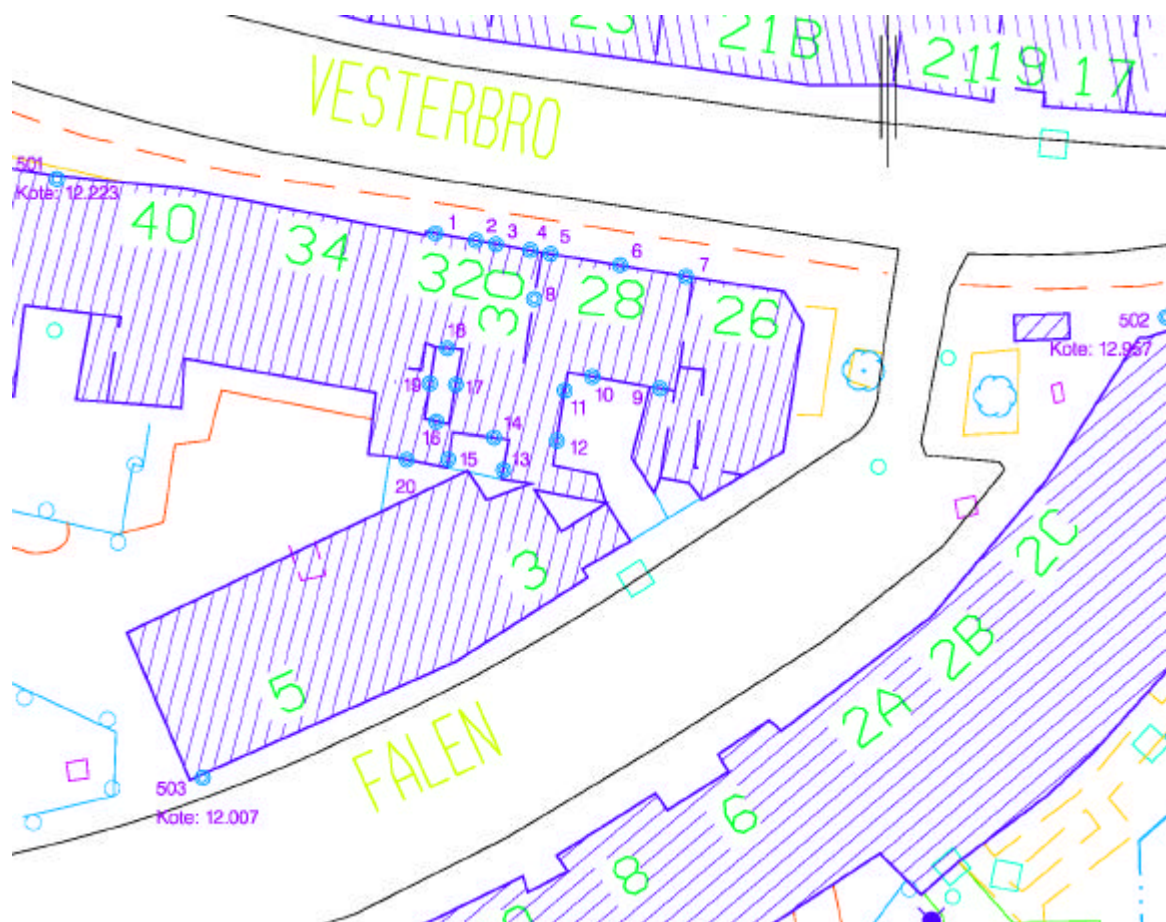
bil: bil står over boring

*: Inden flow er sat ned til 400 m³/h

- : ikke målt

Bilag 16 Præcisionsnivelement

Bilag 16.1 Boltplan



Bilag 16.2 Præcisionsnivelement

Boltnr. Dato	22-03-01	07-06-01	13-06-01	20-06-01	27-06-01	10-07-01	17-07-01	23-07-01	07-08-01	21-08-01	04-09-01	25-09-01	30-10-01	18-06-02
1	12,277	12,278	12,277	12,279	12,277	12,276	12,277	12,278	12,278	12,278	12,278	12,277	12,277	12,276
2	12,717	12,718	12,716	12,716	12,716	12,716	12,717	12,718	12,718	12,718	12,718	12,716	12,714	12,713
3	12,373	12,375	12,373	12,374	12,373	12,374	12,374	12,376	12,376	12,376	12,375	12,373	12,372	12,37
4	12,388	12,389	12,388	12,389	12,388	12,39	12,39	12,391	12,391	12,391	12,39	12,387	12,385	12,382
5	12,411	12,413	12,412	12,412	12,412	12,413	12,413	12,415	12,415	12,414	12,414	12,411	12,408	12,405
6	12,384	12,385	12,384	12,384	12,384	12,385	12,386	12,387	12,387	12,386	12,387	12,385	12,382	12,38
7	12,550	12,547	12,547	12,547	12,546	12,547	12,548	12,549	12,549	12,549	12,549	12,547	12,547	12,546
8	12,393	12,394	12,393	12,393	12,392	12,395	12,394	12,396	12,395	12,394	12,395	---	12,389	12,387
9	12,616	12,615	12,615	12,615	12,615	12,618	12,618	12,618	12,618	12,618	12,618	12,616	12,613	12,611
10	12,649	12,649	12,65	12,648	12,648	12,651	12,651	12,651	12,651	12,651	12,651	12,648	12,645	12,641
11	12,728	12,726	12,728	12,726	12,726	12,728	12,728	12,729	12,729	12,728	12,729	12,726	12,723	12,719
12	12,719	12,719	12,719	12,718	12,718	12,72	12,72	12,721	12,721	12,72	12,72	12,719	12,716	12,714
13	12,327	12,328	12,33	12,33	12,327	12,33	12,33	12,329	12,33	12,331	12,329	12,33	12,329	12,328
14	12,339	12,340	12,342	12,342	12,341	12,342	12,343	12,343	12,343	12,343	12,343	12,342	12,341	12,339
15	12,338	12,338	12,34	12,34	12,338	12,34	12,34	12,34	12,34	12,34	12,341	12,34	12,341	12,339
16	12,265	12,264	12,264	12,264	12,264	12,266	12,265	12,266	12,266	12,265	12,266	12,265	12,264	12,263
17	12,342	12,342	12,341	12,341	12,341	12,343	12,342	12,343	12,343	12,343	12,343	12,341	12,34	12,337
18	12,214	12,215	12,214	12,214	12,213	12,216	12,215	12,216	12,216	12,216	12,216	12,214	12,213	12,211
19	12,174	12,174	12,174	12,173	12,173	12,175	12,175	12,175	12,175	12,175	12,175	12,174	12,173	12,172
20	12,619	12,619	12,619	12,619	12,62	12,616	12,62	12,62	12,621	12,62	12,621	12,621	12,62	12,619

Bilag 17 Miljøvurdering

Bilag 17.1 Antagelser i detaljeret miljøvurdering

Etableringsfasen	Vurdering	Antagelse
1. Elektricitet	Anvendelsen af elektricitet i etableringsfasen har været minimal. Der er ikke vurderet på de enkelte maskintyper og deres strømforbrug. Det antages at der er forbrugt ca. 100 kWh. Indkøring af anlæg figurerer under drift.	100 kWh
2. Varme	Anvendelsen af varme i etableringsfasen har været minimal. Det vurderes at der grundet årstiden har været anvendt varme i skurvogn. Varme er anvendt som elvarme og indgår under punkt 1.	Ingen
3. Transport		
3.2 Persontransport diesel	Det vurderes at persontransport i etableringsfasen er foregået i dieseldrevne biler. Entreprenør (Kbh.)	Rådgiver: 200 km Entreprenør: 5000 km
3.3 Entreprenørmateriel	Entreprenørmateriel er hovedsageligt transporteret med middelstor varebil og lastbil (Kbh. og Fredericia).	Varebil 2 - 3,5 ton brutto diesel: 3000 km Lastvogn 3,5 - 16 ton diesel: 300 km
3.4 Materialer	Materialer er transporteret med middelstor varebil og lastbil (Kbh. og Fredericia). Containere er transporteret fra Kbh. Borebiler fra Kbh. og Fredericia	Varebil 2 - 3,5 ton brutto diesel: 3000 km Lastvogn 3,5 - 16 ton diesel: 500 km Lastvogn >16 ton diesel: 1000 km
3.5 Jord	Opboret jord er transporteret til Esbjerg	Lastvogn >16 ton diesel: 300 km
4. Entreprenørarbejde		
4.1 Borevogn + hjælpevogn	Det vurderes at arbejdet med etablering af vertikale ventilationsboringer, dampboring, monitoringsboringer, temperaturboringer og poreluftboringer samlet er foregået over 3 uger, effektiv boretid 75 %. En del af borearbejdet er dog foregået med minirig/håndboring der har et lavere dieselforbrug samlet effektiv boretid 65 %.	72 timer
4.4 Gravemaskine	Til etablering af afsendergrube for styret underboring samt fremføring af underjordiske rørforbindelser er anvendt minigraver. Samlet 2 dage, effektiv tid 90 %.	14 timer

4.8 Borelig, styret underboring	Styret underboring er foregået over 1 lang dag. Effektiv boretid 90 %	12 timer
4.9 Pladevibrator	Der er bla. anvendt pladevibrator i forbindelse med retablering af afsendergrube for styret underboring.	5 timer
11. Boringer og brønde		
11.1 Borearbejde	Borearbejdet er hovedsageligt udført som 6" borer. Styret underboring er udført som 180 mm borer (antages samme effekt som 8 " borer). Boringer til oppumpning af grundvand er etableret som 10 " borer.	6" boring: 250 m 8" boring: 90 m 10" boring: 30 m
11.2 Dim. filtersætning	Temperaturboringer og poreluftboringer er etableret som ø 25mm pejlerør. Grundvandsmoniteringsboringer er etableret som 63 mm filterboringer. Grundvandsoppumpningsboringer er etableret som 110 mm filterboringer. Ventilations og dampboring er etableret som 50 mm stålfilterboringer (effekt under stålør)	ø 25mm: 115 m ø 63 mm: 30 m ø110 mm: 30 m
11.3 Brønde og boringsafslutninger	Udendørs borer er afsluttet i betonmuffør. Pumpeboring til oppumpning af grundvand samt samlebrønd til ventilation under Vesterbro 30 er afsluttet i betonbrønd med støbejernsdæksel.	ø 100: 10 stk. ø1250: 2 stk. Støbejernsdæksel: 2 stk.
12. Spunsning og indfatningsvægge	Ingen	Ingen
13. Rør og ledninger		
13.1 PE-rør	Fremføringsrør og trykledninger. Ledning fra pumpebrønd ø 32 mm PEX. Vertikale ventilationsstreng og vandledning ø 50 mm PEX.	PE-rør ø 32 mm:45 m PE-rør ø 50 mm:90 m
13.3 PVC-rør	Kloakledning, dræn under Vesterbro 30 og fremføring af ledninger til temperaturfølere 110 mm PVC (kappe fjernvarmerør PEH + polyurethanskum regnes samlet som 110 PVC).	PVC-rør ø 110 mm: 100 m
13.5 Stålrør	Horizontale ventilationsstreng ø 50 mm stål. (1½ ") Dampledning præisoleret stålør 48 mm/110 mm.	Stålrør 1½": 160 m
14. Olieudskiller	Ingen	Ingen
15. Befæstelse		
15.2 Beton støbt in situ/-gulve	Til retableringen af gulve i Vesterbro 30, hvor der er etableret dræn direkte under gulv er der anvendt beton. ca. 30 m render, 20 cm bredde. Gulvtykkelse ca. 8 cm.	Samlet 1,1 ton
15.4 Nøddesten	Til retableringen af baggård hvor afsendergrube har været etableret er der	2 ton

	udlagt nøddesten.	
16. El, elektronik mv.		
16.1 Forsyningskabler	Strømforsyning har været etableret som byggestrømforsyning med ca. 50 m PVC kabel. Forsyningskablet er ført overjordisk og er nedtaget således genanvendelse kan finde sted.	Ingen
16.2a Kabel til dykpumpe	Til oppumpning af grundvand er der etableret 3 borerer med tilhørende pumper. Ledning hertil antages at have samme effekt som ledning til dykpumpe.	40 m
16.2 Eltavle, afbrydere, stikkontakter, armaturer og lign.	Eltavle, afbrydere og øvrigt el er placeret i elcontainer. Dele er demonteret således genanvendelse kan finde sted. Dog er installationer til grundvandspumper ikke genanvendelige.	Samlet vægt 2 kg
16.3 Elradiatorer	2 stk. placeret i containere. Nedtaget således genanvendelse kan finde sted.	Ingen
16.4 Frekvensomformere, elmålere mv.	Placeret i containere. Nedtaget således genanvendelse kan finde sted.	Ingen
16.5 Telekabler, analog	Det antages at kabler anvendt til indhentning af signaler fra termofølere i boring har samme effekt som telekabler. (9x1,5 mm ²)	400 m
16.6 Elektronik, PC, SRO, relæer, følere mv.	Generelt er elektronik placeret i containere og nedtaget således genanvendelse kan finde sted. Samlekasser monteret til aflæsning af temperatur i borerer er nedtaget således genanvendelse er mulig. Termofølere efterlades i jorden.	Samlet vægt 2 kg
Anlægsdele grundvand (ikke genbrug)		
21. Måle og reguleringsapparat	Placeret i containere. Nedtaget således genanvendelse kan finde sted.	Ingen
22. Vandbehandlingsanlæg	Placeret i containere. Nedtaget således genanvendelse kan finde sted. Kulforbrug fremgår af drift.	Ingen
29. Reaktiv væg	Ingen	Ingen
Anlægsdele poreluft (ikke genbrug)		
31. Poreluftmålestationer	Poreluftmålestationer er medtaget under pkt. 11.2.	Ingen
32. Måle og reguleringsapparat	Placeret i containere. Nedtaget således genanvendelse kan finde sted.	Ingen
33. Luftbehandlingsanlæg	Placeret i containere. Nedtaget således genanvendelse kan finde sted. Kulforbrug fremgår af drift.	Ingen

Komponenter med muligt genbrug		
51. Pumper, maskiner mv.	Pumper, maskiner m.v. regnes som genanvendelige. Anvendelsesperiode fremgår af drift.	Ingen
61. Entreprenørmaskiner	Anvendelse af data fra pkt. 4	Ingen
62. Mandskabsvogne		
62.2 Træchassis	Det antages at skurvogn har været anvendt 2 måneder.	2 måneder
63. Stålcontainere	Fremgår af drift	Ingen
64. Plasttanke	Ingen	Ingen
71. Behandling af jord		
71.3 Jord til biologisk rensning	I forbindelse med etablering af borer er der bortkørt forurenede jord. Det antages at der bortkørt 2m ³ klasse 3 jord.	Klasse 3: 2 m ³
72. Tilførsel af jord	Ingen	Ingen
73. Vandforbrug/-oppumpning	Fremgår af drift	Ingen
80. Affald		
80.1 Uspec. brændbart affald	Det vurderes at affaldproduktionen har været minimal i etableringsfasen.	0,5 ton

Driftsfasen	Vurdering	Antagelse
1. Elektricitet	Der er ikke vurderet på de enkelte maskintyper og deres strømforbrug. Strømforbrug fremgår af aflæsning af elmåler på anlæg.	123 MWh
2. Varme	Der har været anvendt fyringolie til generering af damp. Forbrug fremgår af aflæsninger.	20,2 m ³
3. Transport 3.2 Persontransport	Det vurderes at persontransport i driftsfasen er foregået i dieseldrevne biler	Rådgiver: 500 km Entreprenør: 3000 km
4. Entreprenørarbejde	Ingen	Ingen
11. Boringer og brønde	Ingen	Ingen
12. Spunsning og indfatningsvægge	Ingen	Ingen
13. Rør og ledninger	Ingen	Ingen
14. Olieudskiller	Ingen	Ingen
15. Befæstelse	Ingen	Ingen
16. El, elektronik mv.	Ingen	Ingen
Anlægsdele grundvand 22. Vandbehandlingsanlæg 22.2 Kulfilter	Kul i grundvandsfilter er skiftet 1 gang i perioden.	100 kg
29. Reaktiv væg	Ingen	Ingen
Anlægsdele poreluft 31. Poreluftmålestationer 32. Måle og reguleringsapparat 33. Luftbehandlingsanlæg 33.1 Kulfilter	Ingen Ingen Kul i poreluftfilter er skiftet 3 gange i perioden.	Ingen Ingen 900 kg

Komponenter med muligt genbrug		
51. Pumper, maskiner mv.	Anlægget er nedtaget så det er muligt at genanvende alle maskindele. Drifttider for de enkelte dele er hentet fra SRO-anlæg.	
51.1 Vandpumper	Lænsepumpe: 0,5 kW, 400 V Grundvandspumper: 0,3 kW, 230v	Lænsepumpe 600 h Grundvandspumpe 15.000 h
51.2 Luftpumper, ventilatorer	Ventilator i sammenhæng med kølekompresor. Det antages at denne er anvendt i samme omfang som kølekompresor	2.500 h
51.3 Kompresorer	Kølekompresor: 17 kW, 400 V Trykluftanlæg: 7,7 kW, 400 V	Kølekompresor 2.500 h Trykluftanlæg 2.700 h
51.5 Vacuumpumpe	Vacuumpumpe: 11 kW, 400 V. Det antages at levetiden er ca. 50.000 h.	Pumpe 10.000 h
51.7 Vandur	Det antages at vægten af vandmåler er ca. 0,5 kg	0,5 kg
51.8 Dampanlæg	Kedel: 3,5 kW, 400 V	1.600 h
51.9 Øvrige anlægsdele	Det antages at vægten af øvrige genanvendelige maskindele er 50 kg. Det antages at levetiden på delene er ca. 50.000 h og at anvendelsen har fundet sted i 25 % af levetiden.	12,5 kg
61. Entreprenørmaskiner	Ingen effekt under drift	Ingen
62. Mandskabsvogne	Ingen effekt under drift	Ingen
63. Stålcontainere		
63.2 Behandlingsanlæg	Der er anvendt 1 stk. 5 fods container (dampanlæg) 1 stk. 10 fods container (elcontainer) i 18 måneder. 1 stk. 5 fods container (dampanlæg) i 4 måneder og 1 stk. 20 fods container (vacuumanlæg) i 18 måneder.	5 fod: 4 måneder 10 fod: 18 måneder 20 fod 18 måneder
63.3 Tanke	Der er anvendt 2.000 l tank til opbevaring af fyringsolie i perioden med dampinjektion.	2.000 l tank: 4 måneder
73. Vandforbrug/-oppumpning		
73.1 Vandværksvand	Der er anvendt vandværksvand til generering af damp. Mængden fremgår af SRO.	300 m3
73.3 Grundvand, sekundært reservoir	For at opnå fanekontrol er der oppumpet sek. grundvand. Mængden fremgår af SRO.	2650 m3

80. Affald	Ingen	Ingen
Demonteringsfasen	Vurdering	Antagelse
1. Elektricitet	Anvendelsen af elektricitet i demonteringsfasen har været minimal.	50 kWh
2. Varme	Ingen	Ingen
3. Transport		
3.2 Persontransport	Det vurderes at persontransport i demonteringsfasen er foregået i dieseldrevne biler	Entreprenør: 500 km Rådgiver 50 km
3.3 Entreprenørmateriel	Det vurderes at entreprenørmateriel hovedsageligt er transporteret med middelstor varebil og lastbil.	Varebil 2 - 3,5 ton brutto diesel: 1000 km
3.4 Materialer	Transport af container	Lastvogn >16 ton diesel: 50 km
4. Entreprenørarbejde	Entreprenørarbejdet i forbindelse med demonteringen er ikke foregået med maskiner. Underjordiske installationer er efterladt	
11. Boringer og brønde	Ingen	Ingen
12. Spunsning og indfatningsvægge	Ingen	Ingen
13. Rør og ledninger	Ingen	Ingen
14. Olieudskiller	Ingen	Ingen
15. Befæstelse	Ingen	Ingen
16. El, elektronik mv.	Ingen	Ingen
Anlægsdele grundvand		
21. Måle og reguleringsapparat	Ingen	Ingen
22. Vandbehandlingsanlæg	Ingen	Ingen
29. Reaktiv væg	Ingen	Ingen
Anlægsdele poreluft		
31. Poreluftmålestationer	Ingen	Ingen
32. Måle og reguleringsapparat	Ingen	Ingen
33. Luftbehandlingsanlæg	Ingen	Ingen

Komponenter med muligt genbrug		
51. Pumper, maskiner mv.	Ingen	Ingen
61. Entreprenørmaskiner	Ingen	Ingen
62. Mandskabsvogne	Ingen	Ingen
63. Stålcontainere	Ingen	Ingen
64. Plasttanke	Ingen	Ingen
71. Behandling af jord	Ingen	Ingen
72. Tilførsel af jord	Ingen	Ingen
73. Vandforbrug/-oppumpning	Ingen	Ingen
80. Affald		
80.1 Uspec. brændbart affald	Det vurderes at der affaldproduktionen har været minimal i demonteringsfasen.	0,3 ton
80.2 Affald til genanvendelse	Idet størstedelen af det demonterede anlæg er nedtaget således genanvendelse kan finde sted har affaldsproduktionen været minimal	Jern 0,5 ton Plast 0,3 ton

Bilag 18 Modelling af opvarmning ved dampinjektion

1	MODELLERING AF OPVARMNING VED DAMPINJEKTION	124
2	OPSTILLING OG VALIDERING AF MODEL	125
2.1	MODELOMRÅDE	125
2.2	TERMISKE EGENSKABER FOR JORD	125
2.3	HYDRAULISKE EGENSKABER FOR JORD	126
2.4	KALIBRERING OG VALIDERING	126
3	DAMPZONENS UDBREDELSE	129
3.1	PLACERING AF FILTER	130
4	VERTIKAL VARMELEDNING	133
4.1	SENSITIVITETSANALYSE	134
4.2	MAKSIMAL VERTIKAL UDSTRÆKNING AF DAMPZONE	136
	MULIGHEDER FOR AFKØLING	138
4.3	VAKUUMVENTILERING	138
4.4	INFILTRATION AF VAND	140
4.5	HÆVNING AF GRUNDVANDSSPEJL	141
5	OPVARMNING GENNEM LÆNGERE TID	143
6	TILSÆTNING AF LUFT	144
7	EFFEKT AF VENTILATION PÅ DAMPZONENS	
FORM	148	
8	OPSAMLING	149
8.1	DAMPZONENS UDBREDELSE	149
8.2	TILSÆTNING AF LUFT	149
8.3	EFFEKT AF VAKUUMVENTILATION PÅ DAMPZONENS FORM	150
9	REFERENCER	153

1 Modellering af opvarmning ved dampinjektion

Nærværende bilag gennemgår i korte træk resultaterne fra en række T2VOC-modelleringer, der indledningsvist er udført til brug ved oprensningen af forureningen under Vesterbro 28-30 i Odense. Beregningerne indgår som en del af et projekt betalt af Miljøstyrelsens Teknologipulje.

I beregningerne er der fokuseret på varmeudbredelsen og ikke på forureningsfjernelsen. Grunden til, at der ikke gennemført beregninger med forurening er, at det er svært at gøre troværdigt. Det vil ikke være noget problem at opstille en model, hvor oprensningen ikke virker med vakuumentilation med derimod med dampinjektion ved blot at placere forureningen de rigtige steder. Det er dog meget tvivlsomt, hvilken brugbar information man vil få ud af en sådan model. En konkret modellering af forureningsfjernelse ville kræve meget præcise input-data omkring geologi og forureningens fordeling i jorden.

Der er også gennemført en række simuleringer, der belyser konsekvenserne af at blande den injicerede damp med luft.

I sidste afsnit samles der op på resultaterne og de sammenlignes med, hvad der reelt skete. Dette afsnit er udført efter dampoprensningens afslutning. Blandt andet er konklusionerne vedrørende vakuumeaktionens effekt på dampzonen blevet ændret.

2 Opstilling og validering af model

En kompliceret numerisk model som T2VOC kræver en lang række inddata. Disse inddata er som oftest kun kendt i meget begrænset omfang, og man må benytte sig af standarddata. I nærværende afsnit gennemgås opstillingen af den model, der vil blive benyttet i vurderingen af opvarmningen.

2.1 Model område

Hovedformålet med modellen er at vurdere den opvarmning, der sker ved injektionen af damp i boringen placeret centralt i kildeområdet. Til trods for, at dampzonen vil være under indflydelse af vakuumelekstraktionsboringerne, vurderes det at være tilstrækkeligt at opstille en 2D model, hvor ekstraktionsboringerne i første omgang ikke medtages. Den numeriske model er særdeles beregningstung, og derfor ville det kræve uforholdsmæssigt meget tid at opstille en ægte 3D model. I stedet opstilles en 2D radiær model, der kan betragtes som en slags pseudo-3D-model. Det modellerede område er 15 m i diameter og 10 m i dybden. I centrum af området er der placeret en vertikal boring med en diameter på 5 cm, hvor der kan injiceres og ekstraheres i forskellige dybder. Området er opløst i 2216 beregningsceller. For de to øverste og de fire nederste rækker celler er den vertikale diskretisering 50 cm, mens den for de øvrige er 20 cm. Den horisontale diskretisering er 20 cm bortset fra de sidste 14 kolonner, hvor den er 50 cm. Grundvandsspejlet ligger 6.5 m.u.t. De øverste celler har kontakt til en atmosfærecelle med konstantholdt tryk, hvortil der kan foregå strømning af luft.

2.2 Termiske egenskaber for jord

For at opstille en model for området er det vigtigt at kende de termiske egenskaber, såsom varmekapacitet og varmeledningskonstant for de aktuelle jordtyper. Heldigvis er der ikke stor naturlig variation på disse parametre for forskellige jordtyper.

I forbindelse med dampoprensningen af Brüel & Kjær-grunden blev der udtaget en række jordprøver til nærmere analyse (Miljøstyrelsen 2000). Nogle af de bestemte parametre er angivet i nedenstående skema.

Nr.	Beskrivelse	D ₅₀ mm	U d ₁₀ /d ₅₀	Porøsitet	C Vandmættet prøve kJ/kgK	C Tør prøve kJ/kgK	K Tør prøve W/mK	K Vandmættet prøve W/mK
1	Silt, groft	0,0268	7	0,56	1,5	0,6	0,276	2.158
2	Sand, fint	0,0718	15	0,55	1,5	0,71	0,312	2.534
3	Sand, fint	0,0968	2	0,54	1,5	0,71	0,196	1.427
4	Silt, groft	0,0452	13	0,50	1,4	0,66	0,285	2.381
5	Silt, groft	0,0536	12	0,62	1,6	0,65	0,225	2.306
6	Silt, groft	0,049	60	0,55	1,6	0,66	0,276	2.284

Prøve nummer 3 adskiller sig lidt fra de øvrige. Uensformighedstallet viser, at den er meget velsorteret, og samtidig er den repræsentative korndiameter d_{50} større end for de øvrige prøver. Man kunne egentlig forvente, at det skulle give en større porøsitet, men det er tilsyneladende ikke tilfældet. Derimod ses det, at varmeledningskonstanten er væsentligt lavere, hvilket kan forklares med den gode sortering og derfor mindre kontakt mellem kornene.

En yderligere bemærkning til sandprøverne er, at porøsiteten er temmelig høj, og at varmekapaciteten er temmelig lav. Til sammenligning er varmekapaciteten for rent tørt kvartssand 0,84 kJ/kgK.

Det må kunne antages, at sandet svarer nogenlunde til sandet i Odense, specielt hvad angår varmekapacitet og varmeledningskonstant. I de efterfølgende beregninger er gennemsnittet af varmekapaciteten for alle prøverne benyttet: $C=0,66 \text{ kJ/kgK}$. For varmeledningskonstanten er også benyttet et gennemsnit, men værdien for prøve tre er ikke medregnet. Hermed opnås et konservativt skøn. (Jo højere varmeledningskonstant jo hurtigere vertikal opvarmning.) De benyttede værdier er $K = 2,3 \text{ W/mK}$ for vandmættet og $K = 0,27 \text{ W/mK}$ for tør prøve.

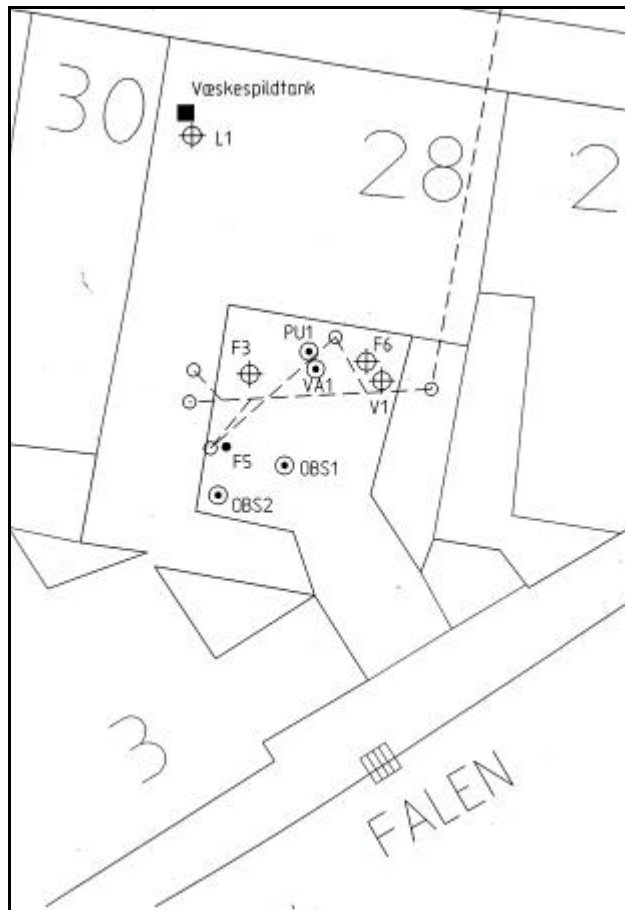
2.3 Hydrauliske egenskaber for jord

Der er i den opstillede model benyttet en porøsitet på 0,4 og ikke 0,55, som det blev fundet ved Brüel & Kjær-grunden. T2VOC kræver også en række input-værdier til bestemmelse af kapillartrykket og den relative permeabilitet. For kapillartrykskurven er der valgt en sandtype fra Carsel and Parrish (1989) kaldet "loamy sand". For den relative permeabilitetskurve er der valgt en funktion bestemt eksperimentelt på ISVA på en meget ensartet sandtype. Den totale permeabilitet bestemmes i afsnittet om kalibrering og validering.

Bortset fra den totale permeabilitet har disse parametre ikke den store indflydelse på selve opvarmningen. Derimod er de mere afgørende for simuleringer, hvor også forureningskomponenten er medtaget.

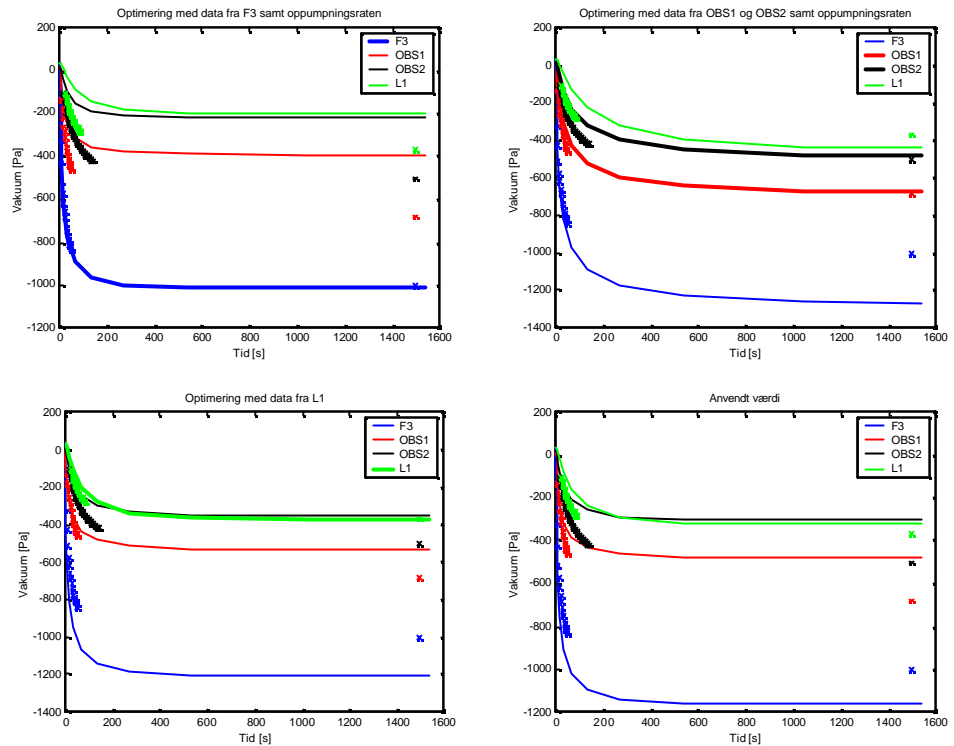
2.4 Kalibrering og validering

Cowi har gennemført en vakuumtest, hvor der er blevet pumpet i en boring mens fire nærliggende boringer er benyttet som trykobservationsboringer. Data fra denne test er blevet anvendt til at kalibrere modellen med. Ved at koble T2VOC sammen med programmet PEST er det muligt at lave en invers bestemmelse af permeabiliteten ud fra vakuumtesten. Det er antaget, at geologien er homogen og isotrop, men at kontakten med atmosfæren er begrænset via det øverste lag med en lavere permeabilitet. I alt er der optimeret på tre parametre, nemlig den horisontale permeabilitet, den generelle vertikale permeabilitet og den vertikale permeabilitet i det øverste lag. I første omgang blev det forsøgt at anvende data fra alle fire observationsboringer samt oppumpningsraten i optimeringen, men det gav ikke noget brugbart resultat. Selve optimeringsalgoritmen i PEST er gradientbaseret, og det kræves derfor, at der er en nogenlunde klar sammenhæng mellem parametrene og forskellen mellem det modellerede og det observerede resultat. Den fysiske forklaring på, at optimeringen ikke lykkedes er, at området ikke kan betragtes som fuldstændigt homogent, hvilket allerede er vist i de geologiske profiler. Ligeledes kan det heller ikke antages, at lækagen skulle være den samme over hele området, eftersom noget af området ligger under et hus og noget af området under en asfalteret baggård.



Figur 0. Kort over grunden med de anvendte boringer i pumpetesten. Der blev pumpet fra VA1.

I stedet for at benytte alle data er der kørt tre optimeringer, hvor den første kun benyttede data fra boring f3, den næste kun benyttede data fra obs1 og obs2 og den sidste kun benyttede data fra L1. I de to første optimeringer blev også oppumpningsraten anvendt. Herved er det egentlig ikke muligt at bestemme både en generel vertikal permeabilitet og en vertikal permeabilitet for toplaget. Det kræver, at der benyttes data fra observationsboringer i forskellige dybder i samme optimering.



Figur 1. Trykdata fra de forskellige optimeringer. Krydsene angiver de observerede data og de fuldt optrukne linjer angiver de simulerede data. Den sidste figur viser det simulerede tryk ved de permeabiliteter, der anvendes i de videre simuleringer.

Den præcision, hvormed permeabiliteten bestemmes ud for en sådan vakuumbestemning må nok siges at være ret begrænset. Den luftfyldt porøsitet som er en ganske væsentlig parameter kendes ikke, og samtidig er hele konceptet omkring et homogent område forkert. Den omfattende analyse, der her er gennemført, er kun berettiget, fordi modellen skal anvendes videre. Hermed har analysen også tjent som validering af den opstillede model.

I nedenstående tabel er de fundne værdier angivet.

Parameter	F3	OBS1 + OBS2	L1	Anvendt værdi
Horisontal permeabilitet	39	41	75	60
Vertikal permeabilitet	20	17	24	20
Vertikal permeabilitet, toplag	8	1,8	7	5
Simuleret oppumpningsrate	139	136		205

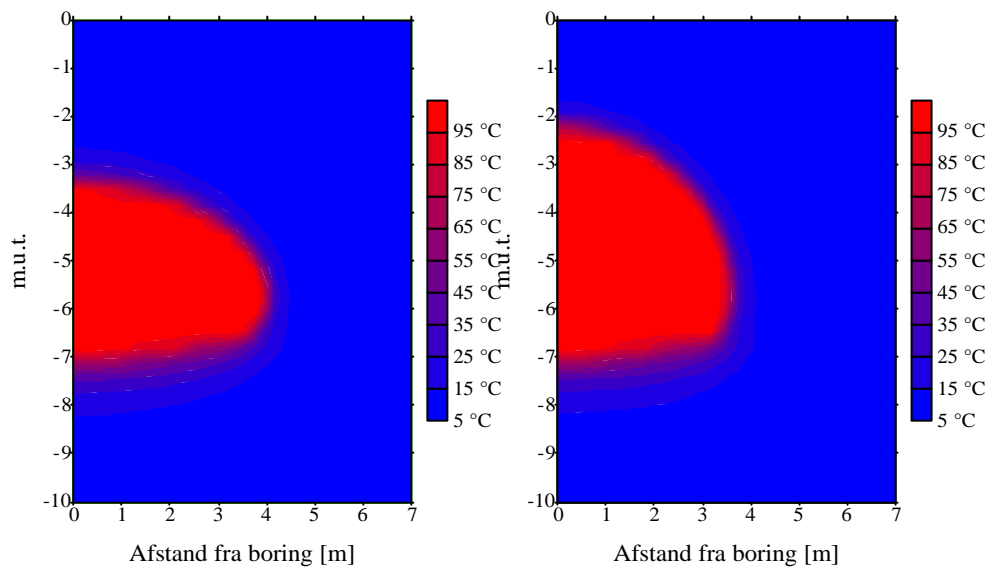
Værdierne er højere end dem, der blev bestemt af COWI, hvilket skyldes, at disse værdier er totale permeabiliteter og ikke permeabiliteter for gasfasen.

I sidste kolonne er angivet de værdier, der anvendes i de videre simuleringer. Det bemærkes, at forholdet mellem den horisontale og den vertikale permeabilitet er 3:1

3 Dampzonens udbredelse

I dette afsnit illustreres temperaturzonens udbredelse, og der redegøres for de betydende parametre. Ifølge udbudsmaterialet skal der injiceres 200 kg damp i timen 8 timer i døgnet. Der er simuleret en situation 1, hvor forholdet mellem den vertikale og den horisontale permeabilitet er 3:1, og en situation 2, hvor forholdet er 1:1. Hermed ønskes det at illustrere dette forholds indflydelse på dampzonens form. I begge situationer er injektionsboringen filtersat fra 5,4 til 6,4 m.u.t. I disse simuleringer er der ikke taget hensyn til den samtidige vakuumelekstraktion.

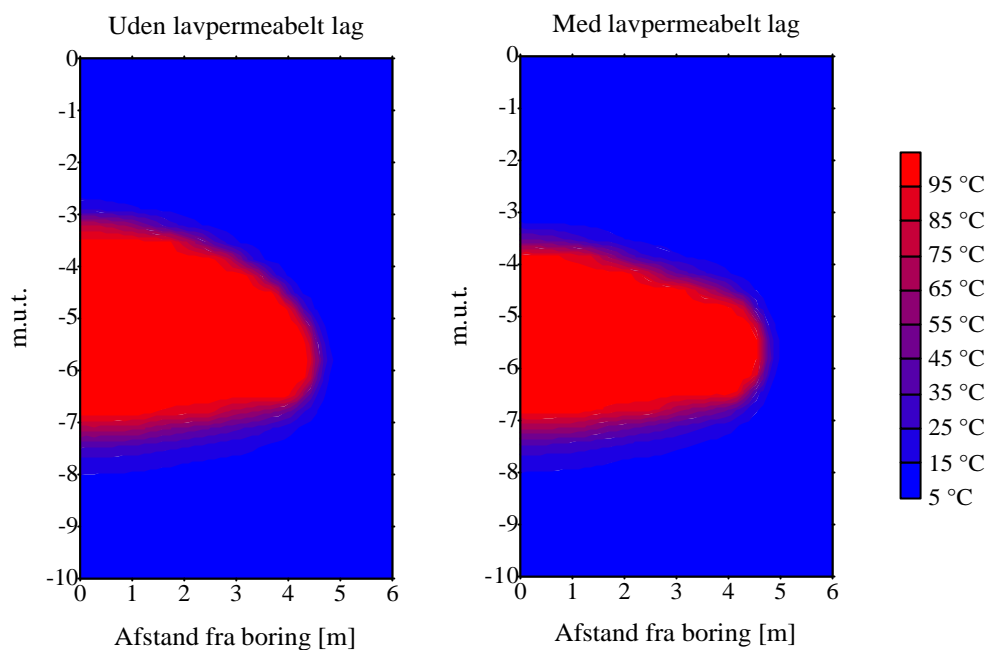
I de to nedenstående figurer er den simulerede temperatur vist efter 4 døgn og 8 timer. Der er altså injiceret damp i alt 5 gange eller 40 timer i alt. Figurerne viser halvdelen af et vertikalt snit ned igennem den opvarmede zone. Figuren til venstre viser situation 1 (3:1) og figuren til højre viser situation 2 (1:1).



Figur 2. Dampzonens udbredelse ved to forskellige forhold mellem horisontal og vertikal permeabilitet.

Som figurerne viser har forholdet mellem den vertikale og den horisontale permeabilitet stor indflydelse på dampzonens udformning. Jo mindre den vertikale permeabilitet er, jo nemmere bliver det at opnå den ønskede størrelse på dampzonen uden, at temperaturen tæt på overfladen bliver for høj. I begge tilfælde ses det, at dampzonen ikke vil nå 7 m i radius inden temperaturen 3 m.u.t. overstiger 50 °C. Men det skal siges, at det ikke er muligt at vurdere den vertikale permeabilitet ud fra de tilstedeværende data, og uden den værdi kan der ikke siges noget om den horisontale udbredelse.

Derudover vil tilstedeværelsen af lavpermeable linser orienteret horisontalt kunne begrænse dampens vertikale strømning. Der er gennemført en simulering, hvor der er injiceret damp kontinuert i 2 døgn dels med et horisontalt lavpermeabelt lag på 20 cm 4,5 m.u.t. og dels uden dette lag. Sandet i det lavpermeable lag har den samme totale permeabilitet som det øvrige sand, men kapillartrykskurven er anderledes, således at sandet binder mere vand, hvorved permeabiliteten for gasfasen reduceres betydeligt. Det vil typisk kunne forekomme i finkornet sand. Eftersom laget ligger 4,5 m.u.t., og den dybeste observationsboring fra pumpestenen var filtersat fra 3,5 m.u.t. og nedefter, vil tilstedeværelsen af et sådant lag ikke have haft nogen indflydelse på pumpestenen. Pumpestenen vil altså ikke have kunnet afgøre, om et sådant lag har været tilstede. Nedenstående to figurer viser temperaturen efter 2 døgn kontinuert dampinjektion.

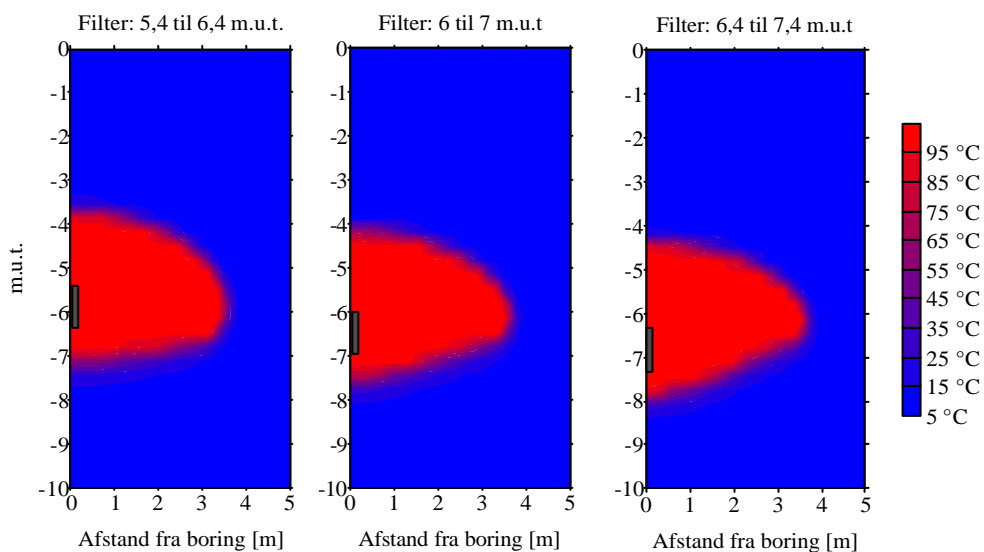


Figur 3. Dampzonens udbredelse under indflydelse af lavpermeable lag.

Som forventet begrænser det lavpermeable lag den vertikale udbredelse. I tilfældet, hvor der ikke er noget lavpermeabelt lag, er dampzonen omkring ½ m tættere på terræn efter 2 dages injektion end i tilfældet, hvor der er et lavpermeabelt lag. Med andre ord kan der altså opnås en større horisontal udbredelse ved tilstedeværelsen af lavpermeable lag. Effekten svarer til en generel sænkning af den vertikale permeabilitet.

3.1 Placering af filter

I den foregående modellering var injektionsfilteret placeret fra 5,4 til 6,4 m.u.t., hvilket faktisk er tættere på terræn end, hvad der er angivet i udbudsmaterialet. En oplagt måde at opnå en større horisontal udbredelse for dampzonen ville være at sænke filteret. Der er gennemført tre korte beregninger, der illustrerer denne mulighed. Der simuleres dampinjektion i 24 timer med filter i forskellige dybder, og den resulterende temperatur ses i nedenstående figur.

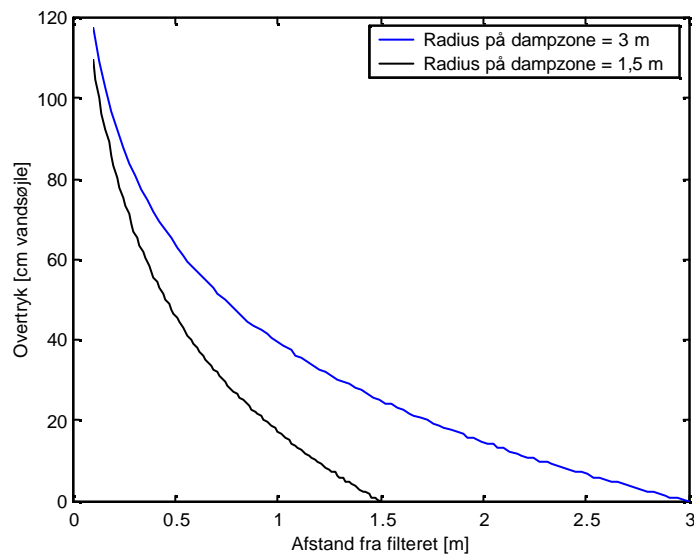


Figur 4. Dampzonens udbredelse ved forskellige filterdybder.

Som forventet sænkes dampzonen, når filteret sænkes, men det bemærkes, at formen på dampzonen ikke er helt tilsvarende i de tre tilfælde. Det skyldes, at vandspejlet, der findes 6,5 m.u.t., influerer på dampzonens udbredelse. Vandspejlet vil presse dampzonen opad, og den effekt bliver mere og mere udtalt, jo længere væk fra filteret, dampzonen udbredes. Hvorvidt dampen er i stand til at presse vandet væk, afhænger af trykket i dampzonen og trykket i grundvandszonen. Når trykket i dampzonen overstiger trykket i grundvandet, vil dampen kunne presse grundvandet væk, og således kan dampzonen udbredes under grundvandsspejlet. Det er altså en ganske simpel trykbalance, der bestemmer, hvordan dampzonen vil udbredes omkring grundvandsspejlet. Dampens strømning i dampzonen kan betragtes som en gasstrømning, og trykket kan derfor beregnes ved hjælp af gasstrømningsligningen for porøse medier. Ligningen udgøres af en massebalance og en Darcyligning, hvor der tages hensyn til gassens kompressibilitet. Kompressibiliteten er det eneste, der adskiller gasstrømning fra grundvandsstrømning. I det 1-dimensionale stationære tilfælde kan ligningen løses analytisk. For et stationært radiært system har ligningen følgende udseende:

$$P^2 = P_b^2 + (P_a^2 - P_w^2) \frac{\ln \frac{r}{R_b}}{\ln \frac{R_a}{R_b}}$$

hvor P er trykket i afstanden r fra injektionen, P_b er injektionstrykket, P_a er atmosfæretrykket, R_b er injektionsboringens radius og R_a er dampzonens radius. Ligningen angiver trykket i det tilfælde, at dampzonen kan betragtes som en perfekt cylinder. I nedenstående figur er overtrykket (i cm vandsøjle) plottet for et injektionstryk på 1,17 bar total tryk, og med to forskellige radier på dampzonen.



Figur 5. Trykket i dampzonen som funktionen af afstanden fra injektionsboringen for to forskellige dampzoner.

Umiddelbart foran filteret vil dampen kunne fortrænge vand ned til omkring 1 m under grundvandsspejlet, men denne evne falder meget hurtigt. Derfor vil man ved injektion omkring grundvandsspejlet se, at dampzonen forholdsvis hurtigt bevæger sig op over grundvandsspejlet. Rent faktisk overvurderer denne simple model trykket i dampzonen, fordi den ikke medregner, at der også vil være et tryktab i vertikal retning. I virkeligheden vil trykket derfor falde endnu hurtigere end figuren viser.

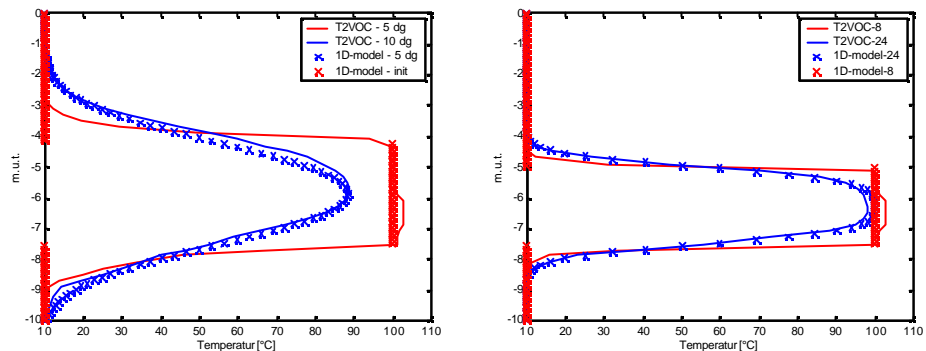
Disse beregninger viser, at dampzonens placering ikke sænkes i dramatisk grad ved blot at sænke filteret. Hvis dampzonen virkelig skal sænkes, bliver man nødt til samtidig at sænke grundvandsspejlet og dermed trykket i grundvandszonen. Herved vil man kunne opnå en større horisontal udbredelse af dampzonen, inden den vertikale grænsebetingelse

overskrides. Ulempen ved det er naturligvis, at det opvarmede område forøges, og dermed forøges energiforbruget.

4 Vertikal varmeledning

I dette afsnit gennemføres en række 1-dimensionale beregninger af vertikal varmeledning. Det ønskes at belyse den temperaturstigning, der vil ske vertikalt over en dampzone, efter selve injektionen af damp er ophørt. Principielt set kan problemet betragtes som perfekt 1-dimensionalt i det tilfælde, at dampzonen har form som en uendelig flade. I realiteten har dampzonen form som en ellipsoide, der vil være mere eller mindre sammentrykket alt afhængig af forholdet mellem den vertikale og den horisontale permeabilitet. Når den 1-dimensionale betragtning benyttes ved injektionsboringen, hvor dampzonens vertikale udstrækning til en hver tid vil være størst, vil den vertikale opvarmning overdrives. Derfor vil den 1-dimensionale betragtning give et konservativt skøn i dette tilfælde

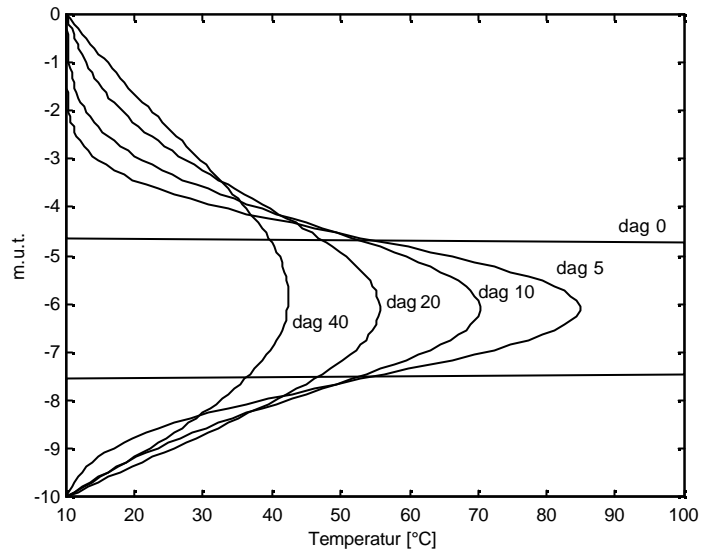
Grundlaget for beregningerne er den 1-dimensionale varmeledningss ligning, der løses eksplicit ved finite difference teknik. Initialbetingelserne er en temperatur på 100 °C for de celler, der ligger i dampzonen og 10 °C for de resterende. For at validere beregningerne er der lavet en sammenligning med T2VOC. Der sammenlignes med simuleringen af dampinjektion, hvor den horisontale permeabilitet var 3 gange større end den vertikale. I den ene situation injiceres damp i 5 dage og i den anden 8 timer, hvorefter injektionen stoppes og den videre opvarmning foregår ved varmeledning. Som initialbetingelse til den 1-dimensionale model er dampzonens omtrentlige størrelse angivet, hvorefter der beregnes en periode på henholdsvis 120 og 16 timer udelukkende med varmeledning. Resultatet af disse sammenligninger ses i de nedenstående figurer.



Figur 6. Sammenligning af 1d-model med T2VOC.

Overensstemmelsen mellem den 1-dimensionale model og T2VOC er rimelig god, og det antages derfor, at forudsætningerne for at benytte den simple model er opfyldte. Fordelen ved at anvende en 1-dimensionale model frem for T2VOC, er at den er langt hurtigere, og det er således muligt at teste mange flere forskellige situationer.

I det videre forløb regnes der på en situation, hvor der er etableret en dampzone fra 4,7 til 7,6 m.u.t.. I den første beregning angives en fastholdt temperatur på 10 °C i 0 m.u.t. og 10 m.u.t. som henholdsvis øvre og nedre grænsebetingelse. Nedenstående figur viser temperaturen til forskellige tidspunkter.



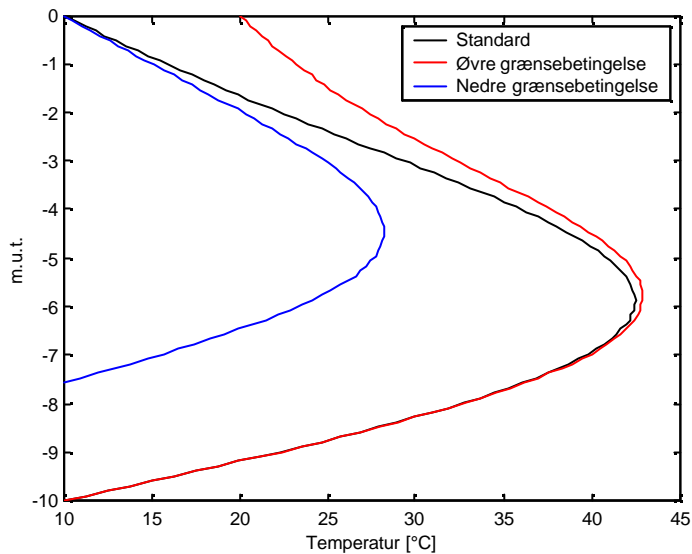
Figur 7. Udvikling i temperatur ved varmeledning til forskellige tider.

Figuren illustrerer, hvordan temperaturen langsomt udjævnes mellem de to grænsebetingelser.

4.1 Sensitivitetsanalyse

Der er forholdsvis stor usikkerhed på de parametre, der indgår i beregningen af varmeledningen, og det er derfor relevant at undersøge denne usikkerheds betydning for beregningens resultat. Det kan gøres ved en sensitivitetsanalyse, hvor de relevante parametre varieres inden for et interval.

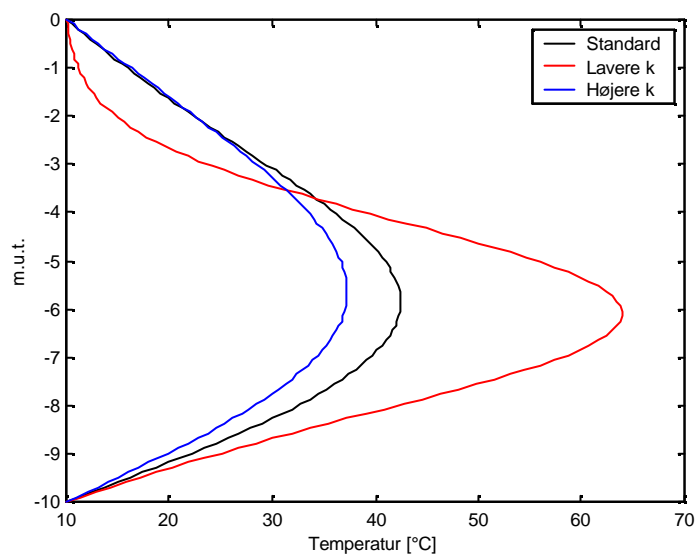
For at vurdere grænsebetingelsernes indflydelse er der gennemført to beregninger, hvor grænsebetingelserne er blevet ændret. I den første beregning er den nederste grænsebetingelse flyttet fra 10 m.u.t til 7.5 m.u.t. Det skal illustrere tilfældet, hvor der kontinuert oppumpes grundvand, således at der hele tiden strømmer koldt grundvand under dampzonen. Grundvandsoppumpningen behøver ikke at foregå umiddelbart under dampzonen, men den skal blot sikre et vist flow. I den næste beregning hæves temperaturen ved den øverste grænse til 20 °C. Herved er det muligt at vurdere, hvilken effekt bygningens isolering og eventuelle varmeafgivelse vil have på den vertikale temperaturudbredelse.



Figur 8. Vertikal temperatur ved forskellige grænsebetingelser efter 40 døgn.

Ændringen af den nederste grænsebetingelse har en relativt stor indflydelse på temperaturkurven, men umiddelbart under jordoverfladen ses kun en lille forandring. Den øverste grænsebetingelse har kun ringe indflydelse på temperaturkurven.

Nedenstående figur viser effekten af jordens termiske egenskaber på varmeledningen. Standardberegningen er gennemført med 2 forskellige værdier for varmeledningskonstanten.



Figur 9. Vertikal temperatur ved forskellige varmeledningskoefficienter efter 40 døgn.

Jordens termiske egenskaber har kun tidsmæssig betydning for den vertikale temperaturudbredelse. Når jordens varmeledningskonstant er lav vil temperaturen ændre sig langsomt, men på samme måde, som når varmeledningskonstanten er høj. Med andre ord vil kurverne på ovenstående figur på forskellige tidspunkter være sammenfaldende. Det samme fænomen gør sig gældende for jordens varmekapacitet. Jo højere varmekapacitet jo langsommere vil temperaturændringerne ske. Det gælder naturligvis kun, når de termiske egenskaber er konstante ned igennem hele jordkolonnen.

Beregningen viser, at vurderingen af den vertikale temperatur kun i ringe grad er påvirket af usikkerheden på jordens termiske egenskaber.

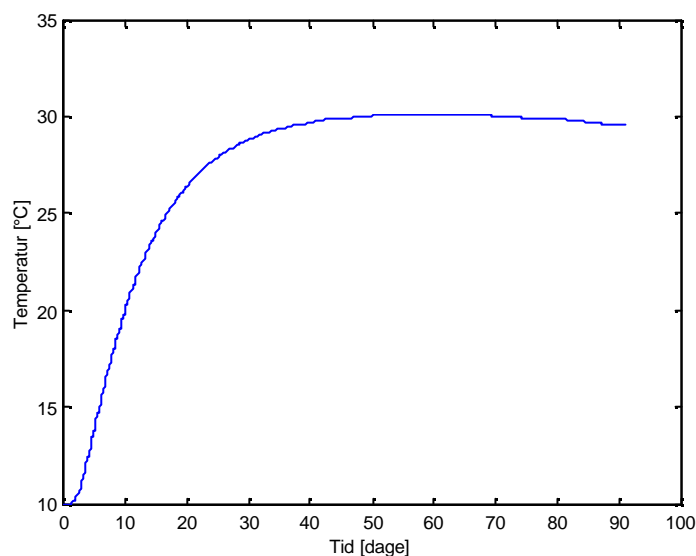
Som en opsummering på den korte sensitivitsanalyse er temperaturen 3 m.u.t. efter 40 døgns varmeledning for forskellige betingelser givet i nedenstående tabel.

	Temperatur i °C 3 m.u.t. efter 40 døgn
Standard	29
Nedre grænsebetingelse (7,5 m.u.t.)	25
Øvre grænsebetingelse (20 °C)	33
Højere k	23
Lavere k	28

De forskellige beregninger giver kun en meget lille forandring i temperaturen. I den videre beregning benyttes standardmodellen med den øverste grænsebetingelse fastsat til 20 °C, da det forventes at give det mest konservative skøn.

4.2 Maksimal vertikal udstrækning af dampzone

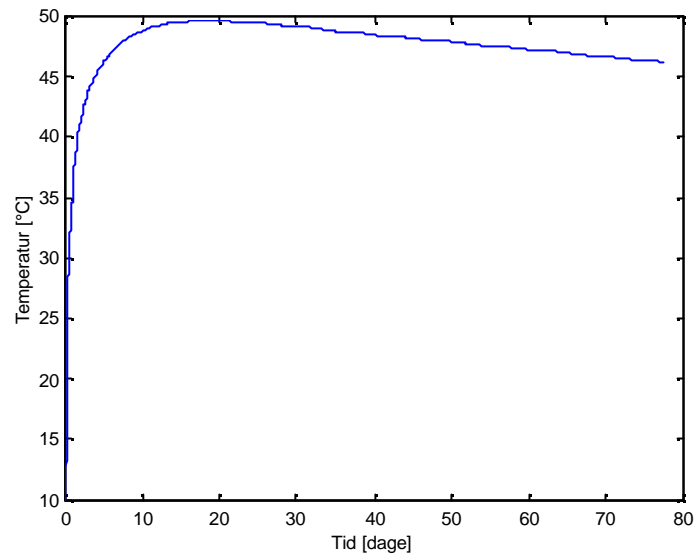
For at finde den maksimalt acceptable højde af dampzonen gennemføres en række beregninger, der viser temperaturen 3 m.u.t. som funktion af tiden ved forskellige initiale størrelser på dampzonen. Nedenstående figur viser temperaturen 3 m.u.t. som funktion af tiden for standardtilfældet dvs. med dampzone op til 4,7 m.u.t..



Figur 10. Temperaturudvikling 3 m.u.t. i standardtilfældet.

I dette tilfælde bliver temperaturen maksimalt 30 °C, og det kan derfor tillades, at dampzonen er betydeligt større, før injektionen ophører.

I nedenstående figur strækker dampzonen sig helt op til 3,2 m.u.t., hvilket giver følgende temperaturkurve 3 m.u.t.:



Figur 11. Temperaturudvikling 3 m.u.t. ved højere dampzone.

Det kan altså tillades, at dampzonen strækker sig helt op til 3,2 m.u.t.

På baggrund af disse beregninger anbefales det, at der etableres et temperaturføler 3,5 m.u.t. umiddelbart over dampinjektionen. Når temperaturen for alvor begynder at stige, standses dampinjektionen. Det kan så senere vurderes om yderligere udbredelse af dampzonen kan tillades.

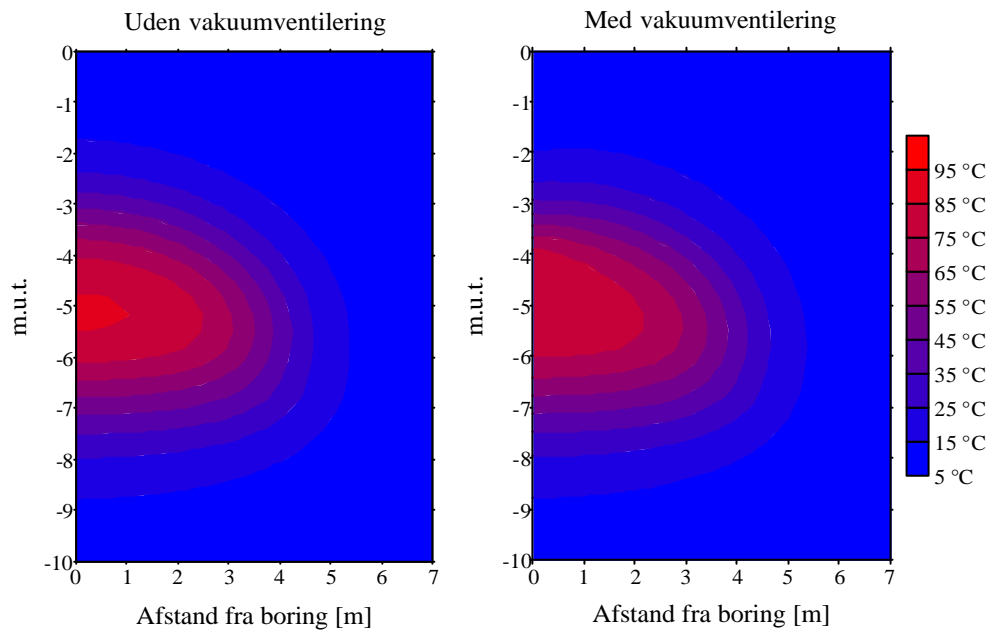
Muligheder for afkøling

I dette afsnit vurderes en række muligheder for aktivt at nedkøle jorden efter dampzonen er etableret med henblik på at forhindre en for høj temperatur umiddelbart under jordoverfladen.

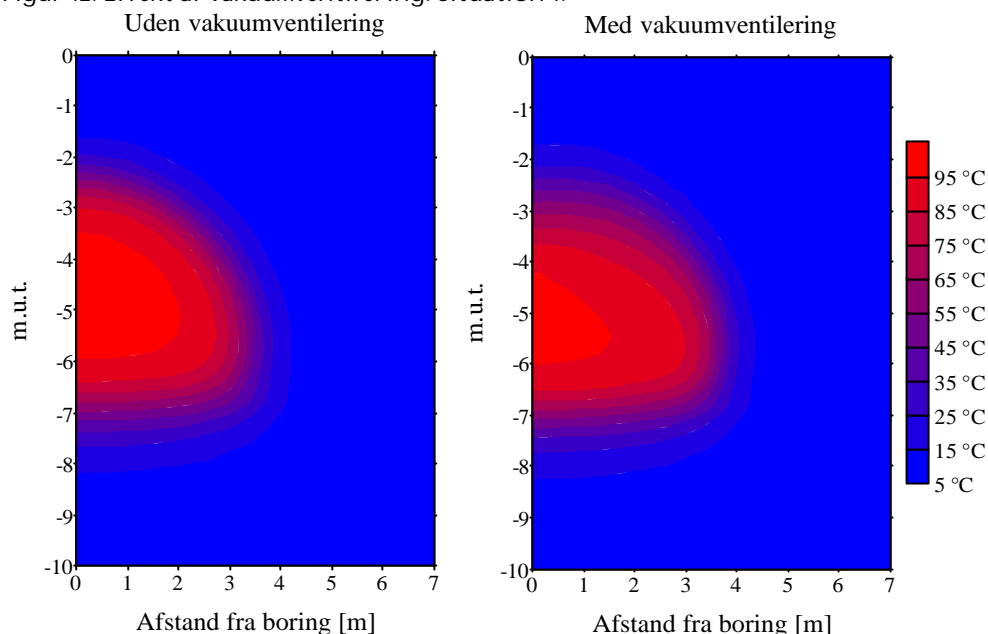
4.3 Vakuumentilering

Umiddelbart ved siden af dampinjektionsboring er der en vertikal ekstraktionsboring, som er filtersat til 4 m.u.t. En stor del af filteret vil således befinde sig over dampzonen, men man kunne alligevel forestille sig, at det skulle være muligt at nedkøle dampzonen ved at oppumpe luft. Der er gennemført en simulering, efter dampinjektionen har foregået i 5 dage. Simuleringen er foretaget både for situation 1 (3:1) og situation 2 (1:1).

Der er altså først injiceret i en boring filtersat fra 5,4 til 6,4 m.u.t., hvorefter der ekstraheres fra samme boring i et filter fra 2 til 4 m.u.t. Trykket i ekstraktionsboringen er 0,965 bar, hvilket svarer til trykket under første step af pumpestenen. I de fire nedenstående figurer er den resulterende temperatur efter et døgn dels med vakuumentilering og dels uden vist.



Figur 12. Effekt af vakuumentilering. Situation 1.



Figur 13. Effekt af vakuumentilering. Situation 2. Ens vertikal og horisontal permeabilitet.

Som figurerne viser, har vakuumentileringen kun meget ringe indflydelse på temperaturen, og det kan ikke forventes at være muligt at foretage dramatiske nedkølingerne ved hjælp af den vertikale ekstraktionsboring. Det ser dog ud til, at vakuumentileringen lige akkurat kan forhindre, at temperaturen stiger yderligere i vertikal retning. For tilfældet med ens vertikal og horisontal permeabilitet ses en lidt større effekt. Det skyldes, at en større del af filteret er placeret i den opvarmede zone.

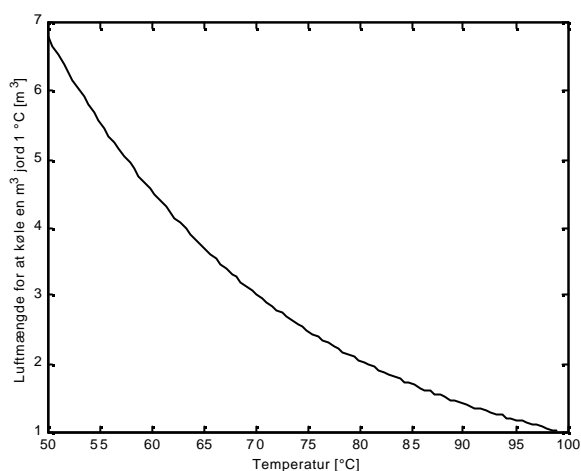
Et lavere tryk i ekstraktionsboringen og dermed en højere ekstraktionsrate vil naturligvis give en øget effekt.

Ved en simpel energibalancetragtning kan vakuumentileringens effekt yderligere tydeliggøres. Det ønskes at beregne, hvor mange m^3 luft, der skal ekstraheres for at nedkøle 1 m^3 jord $1 \text{ }^\circ\text{C}$ fra en given temperatur. Ud fra idealgasligningen, et udtryk for vands damptryk som funktion af temperaturen, og konstanter for de relevante fysisk-kemiske egenskaber kan følgende ligning udledes:

$$n = \frac{rc \cdot RT}{IM_d(P_T - P_{10}) + c_l \cdot (T - 263) \cdot (P_a - P_T)}$$

hvor n er antallet af m^3 luft, pc er varmekapaciteten for 1 m^3 sand, R er den universelle gaskonstant, T er temperaturen i K, λ er vands fordampningsvarme, P_T er vands damptryk ved temperaturen T , P_{10} er vands damptryk ved $10 \text{ }^\circ\text{C}$, c_l er varmekapaciteten for luft og P_a er atmosfæretrykket.

Ligningens udgangspunkt er, at 1 m^3 luft opvarmes fra $10 \text{ }^\circ\text{C}$ til jordens temperatur, og det beregnes herefter, hvor mange m^3 der kræves før temperaturen er faldet $1 \text{ }^\circ\text{C}$ i jorden. Langt størstedelen af den energi, der fjernes med luften, udgøres af vanddampens latente energi. Når luften opvarmes kan den indeholde langt mere vanddamp, og derfor sker en stor fordampning, hvilket øger luftens energiindhold. Nedenstående figur viser ligningens resultat som funktion af jordvolumenets starttemperatur.



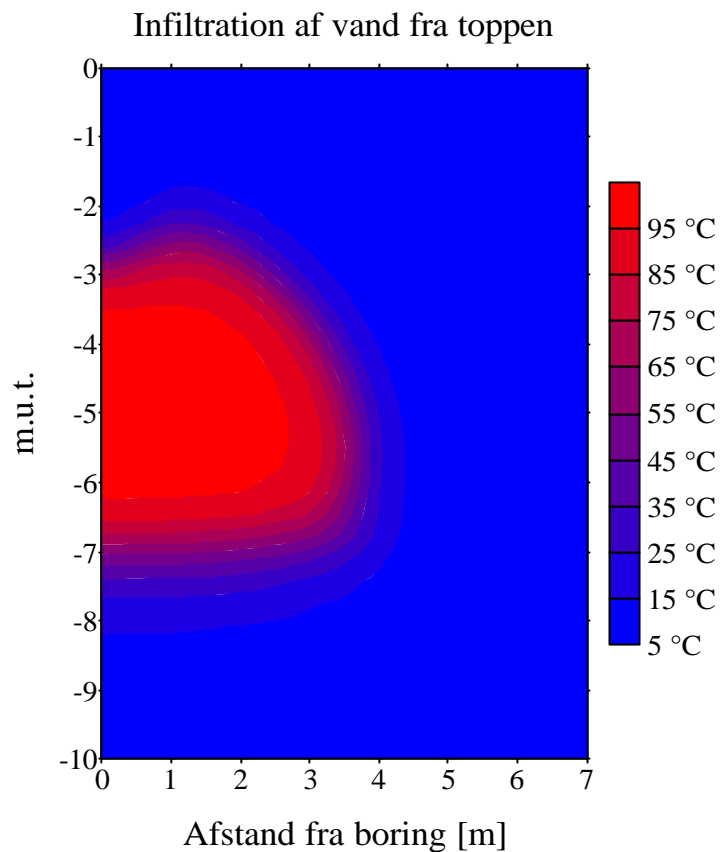
Figur 14. Krævet Luftmængde for at køle jord 1 °C som funktion af jordens starttemperatur.

Den illustrerer det samme som simuleringerne i T2VOC, nemlig at der skal ekstraheres virkelig meget luft for at få en nedkøling i området. Hvis eksempelvis der er etableret en opvarmet zone med form som en cylinder der er 3 m lang og 4 m i radius, og der ekstraheres luft med samme rate som under 1. trin af vakuumtesten vil dampzonen ved en begyndelsestemperatur på 80 °C køles med ½ °C/time. Det er vel og mærket forudsat, at al den ekstraherede luft kommer fra dampzonen.

Konklusionen på muligheden for at nedkøle området ved hjælp af den vertikale ventilationsboring må være, at man ikke skal forvente dramatiske effekter. Til gengæld ser det ud til, at en høj flowrate kan begrænse den videre vertikale opvarmning ved varmeledning. Effekten kan vurderes nærmere under selve oprensningen, hvis temperaturen måles umiddelbart omkring injektions- og ekstraktionsboringen.

4.4 Infiltration af vand

Der er gennemført en simulering, hvor der efter opvarmningen infiltreres vand fra toppen for at vurdere, om det på den måde skulle være muligt at nedkøle det opvarmede område. Udgangspunktet er dampzonen fra situation 2, hvor den vertikale permeabilitet var lig den horisontale permeabilitet. Der infiltreres 60 l vand i timen spredt ud over et cirkulært areal med en radius på 0,6 m i toppen af modelområdet. Det svarer nogenlunde til det areal, der skal udgraves i forbindelse med fjernelsen af væskespildtanken. Vandets temperatur er 10 °C. Simuleringen er kørt for et døgn. Figuren kan sammenlignes med den sidste figur fra foregående afsnit.



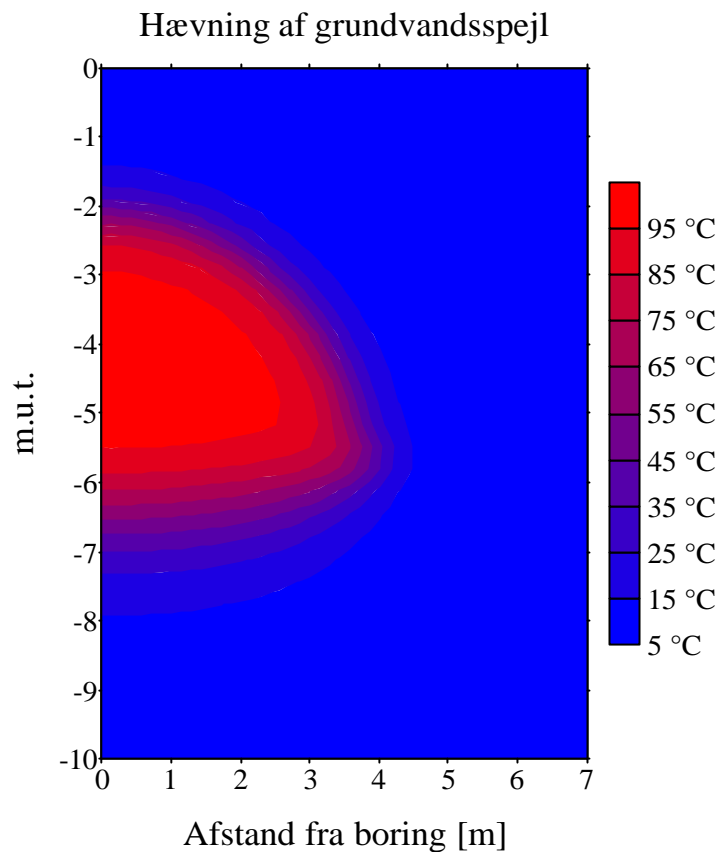
Figur 15. Effekt af vandinfiltration på dampzonen. Situation 2.

Der kan ses en tydelig effekt på temperaturen umiddelbart under infiltrationen. I praksis kan det dog vise sig problematisk at få infiltrationen jævnt fordelt over arealet. Man kunne eventuelt indlægge nogle vandrør i bunden af det hul, der laves, når væskespildtanken udgraves. De vil kunne bruges som en form for sikkerhedsventil, hvis den vertikale opvarmning bliver for voldsom.

Infiltration af vand vil næppe kunne kombineres med vakuumventilering fra den vertikale ventilationsboring, idet vandet sandsynligvis vil blokere for luftstrømningen.

4.5 Hævning af grundvandsspejl

Hvis grundvandsspejlet er blevet sænket i løbet af injektionen, kunne man overveje at hæve det igen for at nedkøle området. Det vil føre til en køling nedefra og dermed kun indirekte influere på den vertikale opvarmning lige under jordoverfladen. Der er gennemført en simulering med samme begyndelsesbetingelser som ovenstående, men denne gang er grundvandsspejlet på den yderste rand hævet 1 m.



Figur 16. Effekt af hævet grundvandsspejl på dampzonen. Situation 2.

Hævningen af grundvandsspejlet reducerer dampzonens udbredelse nedefra, men har stort set ingen effekt på temperaturen lige under jordoverfladen. I realiteten vil effekten være endnu mindre, da grundvandsspejlet i modelleringen ligger 1 m højere, end det reelt er tilfældet. Hvis grundvandsspejlet initialt er blevet sænket, vil dampzonen derfor som udgangspunkt ligge dybere. Rent oprensningsmæssigt er det også en dårlig ide at lade grundvandet stige op igennem dampzonen, da der her kan være meget høje forureningskoncentrationer.

Det vurderes derfor ikke som nogen god løsning at stoppe grundvandsoppumpningen for at nedkøle området.

5 Opvarmning gennem længere tid

Indtil nu er der kun foretaget simuleringer for tidsperioder, som er væsentligt kortere end den forventede injektionsperiode i forbindelse med oprensningen. Derfor ønskes en vurdering af, hvad der vil ske på længere sigt.

I de simuleringer, der er foretaget er der benyttet en injektionsrate på 200 kg/h. Det er den projekterede rate, og det er nok urealistisk, at den kan opretholdes. Dels vil der være et varmetab, inden dampen når injektionsboringen, hvilket vil sænke injektionsraten, og dels er der ikke sikkert, at systemet vil kunne levere den maksimale injektionsrate hele tiden. Effekten af en mindre injektionsrate vil naturligvis være, at det tager længere tid at opnå den samme opvarmning. Derfor må det forventes, at den simulerede tidsperiode egentlig svarer til en længere periode.

Ved uendelig lang injektionstid vil dampzonen på et tidspunkt nå en endelig størrelse, hvor varmetabet fra dampzonen svarer til injektionsraten. Det vil næppe ske i dette tilfælde, eftersom der er en begrænsning på den maksimale vertikale udbredelse. Alligevel vil man nå til en slags statisk situation, hvor injektionsraten skal afbalancere varmetabet. Et typisk opvarmningsforløb kunne se ud på følgende måde:

- Dampinjektionen startes og køres indtil det vertikale stopkriterium er nået. (eks. 3,5 m.u.t).
- Den vertikale udvikling monitoreres i afkølingsperioden.
- Efter et par uger startes dampinjektionen igen og denne gang kan der sandsynligvis tillades større vertikal udbredelse.
- Herefter har dampzonen nået sin maksimale udbredelse og den videre injektion tjener kun til afbalancere varmetabet.
- Når oprensningskriteriet næsten er opnået, standses injektionen, mens ekstraktionen fortsætter en tid endnu.

Ved det næstsidste punkt har dampzonen fundet sin endelige form, og det vil næppe være muligt at opnå en yderligere horisontal udbredelse ved fortsat injektion, med mindre der gøres noget aktivt for at køle det øverste af dampzonen af. Ud fra den betragtning vil der derfor ikke være nogen langtidseffekt. Den opvarmede zone vil finde en form, der bestemmes af permeabiliteten, og herefter vil den maksimale injektionsrate være bestemt af varmetabet fra dampzonen. Varmetab fra dampzonen kan i dette tilfælde ske på tre måder: Gennem jordoverfladen ved varmeledning, til grundvandet, hvilket må være specielt signifikant ved samtidig afværgepumpning, og til sidst vil vakuumventileringen give anledning til et varmetab. Disse forhold kan ikke vurderes kvalificeret på nuværende tidspunkt, men må løbende vurderes under selv oprensningen.

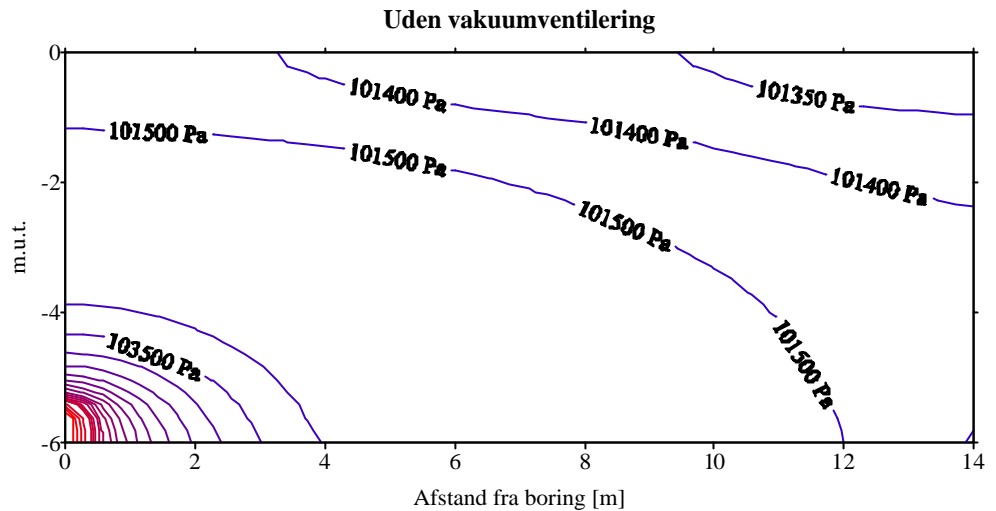
6 Tilsætning af luft

Injektion af luft giver et radikalt ændret flowbillede i forhold til dampinjektion. Damp strømmer frem mod fronten af dampzonen, hvor den kondenserer, og al strømning ophører. Luft kan derimod ikke kondensere og vil derfor strømme videre end dampfronten. En dampzone er karakteriseret ved, at trykket er højere end i omgivelserne, og at gasfasen kun udgøres af vanddampe. Derfor kan der nødvendigvis ikke strømme luft igennem dampzonen, så længe der injiceres damp. Heller ikke selvom dampzonen ligger inden for ventilationsboringens influensradius. Med mindre dampzonen er brudt igennem til ekstraktionsboringen, kan der derfor kun fjernes forurening ved eventuel luftstrømningen langs overfladen af dampzonen. Når dampinjektionen ophører falder trykket i dampzonen, og luften kan strømme igennem dampzonen, så der fjernes forurening. Ved samtidig injektion af damp og luft vil der hele tiden strømme luft igennem den opvarmede zone, og man kan derfor opnå en mere kontinuert fjernelse. Det skal dog siges, at hvis der virkelig er potentiale for nedadrettet transport af fri fase, så skal der meget store mængder luft til for at forhindre det. Man skal altså ikke forvente, at risikoen for nedadrettet transport bliver elimineret ved iblanding af luft. Men der vil opnås en klart positiv effekt på forureningsfjernelsen fra de dybere lag.

Generelt set er der to problemer ved samtidig injektion af damp og luft. Det ene problem består i, at injektionen af luft kan begrænse den mængde damp, der kan injiceres og herved øges opvarmningstiden. Det andet problem består i at kontrollere den injicerede luft ved hjælp af vakuumelekstraktionen, således at der ikke strømmer forurenede luft ud gennem jordoverfladen. Den mængde damp/luft, der kan injiceres er ofte begrænset af det maksimale injektionstryk jorden kan klare uden, at der dannes sprækker. I de beregninger, der er foretaget indtil nu, har injektionstrykket været omkring 110 kPa, hvilket er et godt stykke under det maksimale tryk. Principielt set vil der dannes sprækker i jorden, når injektionstrykket overstiger det tryk, som den overliggende jords vægt giver anledning til. Sprækkedannelse vil føre til, at jorden hæver sig, hvilket næppe er særlig godt for husene. For at have en vis sikkerhedsmargin bør man nok ikke overstige et tryk, der svarer til $\frac{3}{4}$ af jordens vægt. Det svarer i dette tilfælde til et totalt injektionstryk på 170 kPa, idet det er forudsat, at toppen af injektionsfilteret er placeret 6 m.u.t.. Når der blot injiceres 200 kg damp i timen, er der altså ingen fare for, at trykket bliver for højt, og der skulle være god mulighed for at injicere luft på samme tid. Det ser således ikke ud til, at det første hovedproblem er aktuelt i denne sag.

Derimod kan det andet hovedproblem vise sig at være altafgørende, eftersom beliggenheden næppe tillader udledning af forurenede luft gennem jordoverfladen. Hvis der skal iblandes luft, er det derfor overordentligt vigtigt, at ekstraktionssystemet er så effektivt, at det kan opsuge alt den indblæste luft. Ekstraktionssystemet skal med andre ord sikre, at der hele tiden er undertryk lige under jordoverfladen, så der kun kan strømme luft fra atmosfæren ned i jorden. For at illustrere problemet er der gennemført en simulering med injektion af 200 kg luft/time i injektionsboringen filtersat fra 5,4 til 6,4 m.u.t. Efter en kort tidsperiode opstår der ligevægt i systemet (steady-state), og trykket vil ikke ændre sig med tiden. Denne tidsperiode vil være af samme størrelsesorden som perioden før ligevægt ved en vakuumtest.

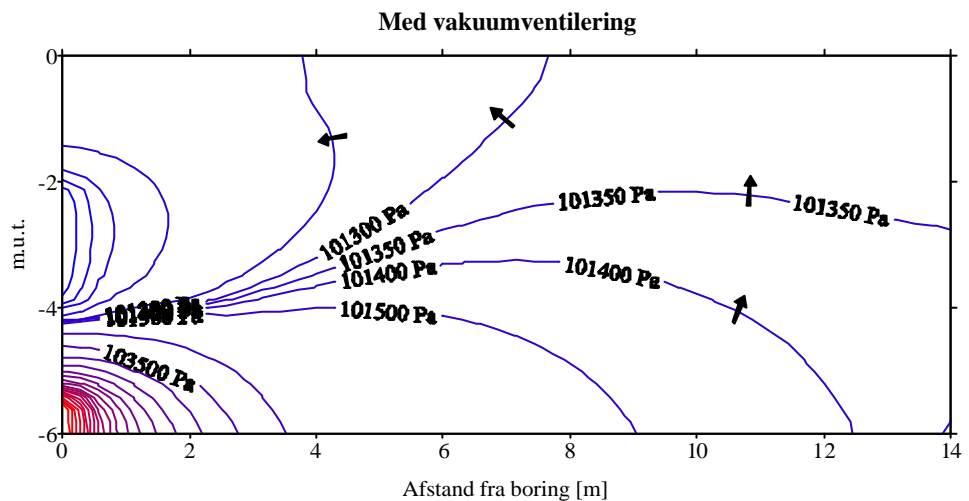
Nedenstående figur viser trykket ved steady-state.



Figur 17. Lufttryk ved steady-state med luftinjektion og ingen vakuumventilering.

På grund af den injicerede luft overstiger trykket lige under jordoverfladen atmosfæretrykket (101300 Pa), og der vil strømme luft ud gennem jordoverfladen. Eftersom luften ikke kan forsvinde andre steder hen, må der nødvendigvis strømme lige så meget ud til atmosfæren, som der injiceres.

De to horisontale ekstraktionsboringer vil kun kunne begrænse udstrømningen til atmosfæren på den ene side af injektionsboringen. Derimod vil den vertikale ekstraktionsboring, der er filtersat umiddelbart over injektionsboringen, når trykket ikke er for højt, være i stand til at opsuge alt den injicerede luft. En nødvendig forudsætning for det, er at ekstraktionsfilteret er placeret højere oppe end injektionsfilteret, som det er i dette tilfælde.

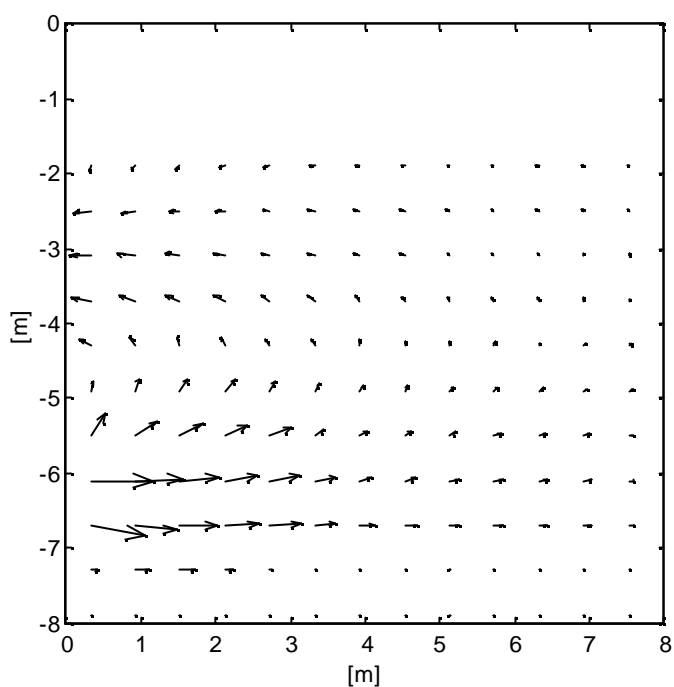


Figur 18. Lufttryk ved steady-state med luftinjektion og vakuumventilering.

Der er gennemført en simulering, hvor der blev injiceret som i forrige simulering, men denne gang ekstraheres der med et undertryk på 0,1 bar i et filter fra 2 til 4 m.u.t. Trykket ved steady-state er vist i nedenstående figur.

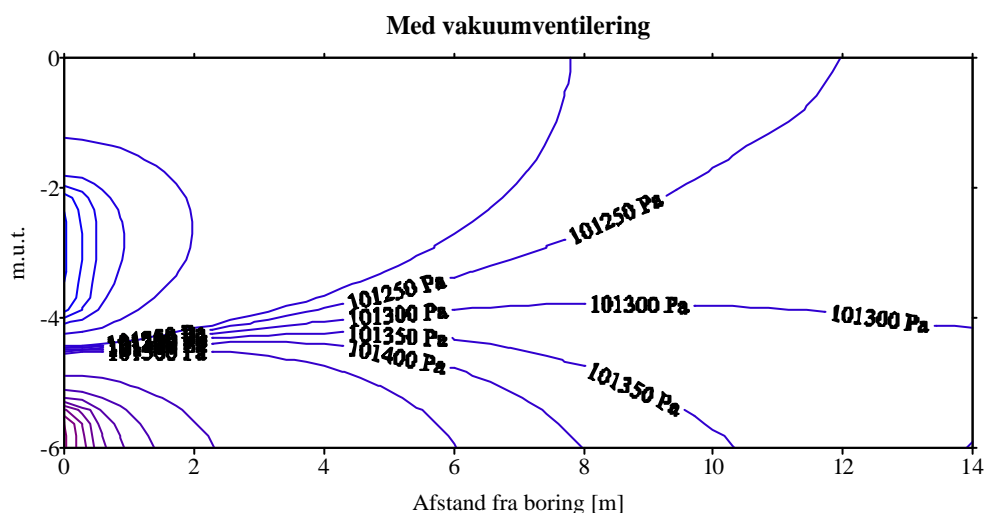
Luftstrømningen vil foregå vinkelret på isobarene, hvilket pilene indikerer. Det er tydeligere illustreret på den næste figur, der viser strømningen i

gasfasen.



Figur 19. Gasstrømning ved luftinjektion og vakuumentilering.

Der forekommer en cirkulation af luft fra injektionsboringen til ekstraktionsboringen. Figuren med trykfordelingen viser dog, at der stadigvæk vil forekomme udstrømning til atmosfæren, idet trykket 8 m fra boringen overstiger atmosfæretrykket. For denne simulering er injektionsraten altså for høj. For at forhindre udstrømning kræves det, at ekstraktionsboringens influensradius er højere end injektionsboringens. På nuværende tidspunkt kan der ikke gives nogen præcis værdi for den maksimale injektionsrate, da den vil være meget afhængig af de nøjagtige permeabilitetsforhold. Specielt vil lækagen være af stor betydning, da den kun influerer på ekstraktionens influensradius. Der er gennemført en simulering svarende til den forrige med denne gang med en 5 gange lavere permeabilitet for toplaget. Det giver følgende trykfordeling:

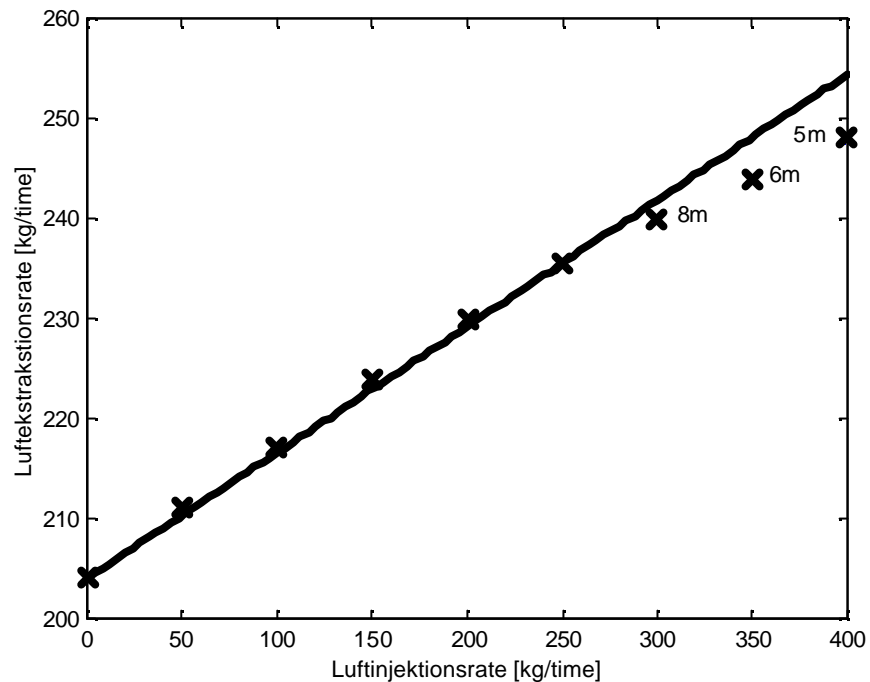


Figur 20. Lufttryk ved steady-state med lavere permeabilitet i toplaget.

I dette tilfælde er der ingen udstrømning, eftersom trykket under jordoverfladen i hele området er lavere end atmosfæretrykket.

Det bliver altså nødvendigt at prøve sig frem til den maksimale injektionsrate. Det burde være muligt at prøve at injicere noget luft samtidig med, at differensstrykket mellem atmosfæren og jorden måles.

Der er gennemført en række simuleringer med det forrige setup, hvor der er benyttet forskellige injektionsrater. Nedenstående figur viser ekstraktionsraten som funktion af injektionsraten.



Figur 21. Ekstraheret Luftmængde ved forskellige injektionsrater.

Krydsene angiver ekstraktionsraten og den rette linje er kun langt ind for at illustrere en sammenhæng. Tallene angiver, at der er ved den aktuelle injektionsrate strømmer luft til atmosfæren i den afstand fra boringen. Eksempelvis strømmer der luft ud til atmosfæren 6 m fra boringen ved en injektionsrate på 350 kg/time i det pågældende setup.

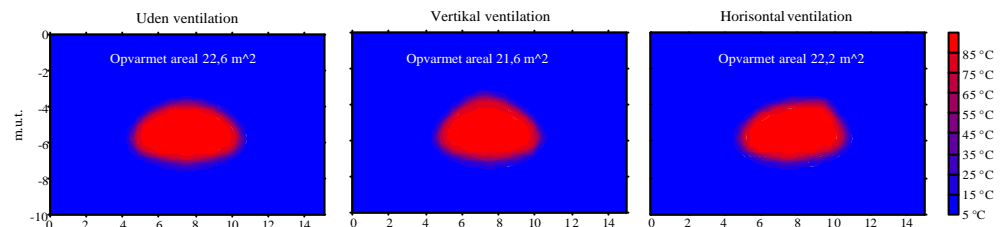
Det bemærkes, at ekstraktionsraten kun stiger svagt med injektionsraten. Når der injiceres 100 kg luft, skal man altså ikke forvente, at ekstraktionsraten stiger med 100 kg. Det skal dog siges, at idet injektionsraten overstiger 200 kg/time, er influensradius større end det modellerede område, og der strømmer derfor luft ud gennem den yderste rand. Derfor er det heller ikke sikkert, at alt den injicerede luft ekstraheres ved denne rate. Men hvis der strømmer luft ud gennem jordoverfladen sker det længere væk end 15 m fra injektionsboringen.

Figuren indikerer, at ekstraktionsraten stiger lineært med injektionsraten, så længe alt den injicerede luft ekstraheres. Det er muligvis blot et tilfælde i dette setup, og under alle omstændigheder er der tale om meget små ændringer, der næppe vil kunne bruges til at fastlægge den maksimale injektionsrate i praksis.

7 Effekt af ventilation på dampzonens form

Det er ikke muligt at undersøge vakuumentilationens effekt på dampzonens udbredelse i det hidtil benyttede radiære setup. Hvis der i det setup blev påtrykt et vakuum i en afstand fra injektionsboringen, ville det gælde hele vejen rundt om injektionsboringen, hvilket ville være fysisk urealistisk. I stedet er der blevet opstillet et to-dimensionalt setup som er 15 m i bredden og 10 meter i dybden. Området er opløst i 50 celler á 30 cm i bredden i horisontal retning og 41 i vertikal retning, hvoraf de to øverste og de fire nederste er 50 i højden mens resten er 20 cm. Injektionsboringen er placeret midt i området. Derudover svarer det til det radiære setup.

Der er gennemført tre simuleringer: En hvor der blot er foretaget injektion af damp/luft(1-1), en hvor der samtidig er et undertryk på 0,1 bar i den vertikale boring og til sidst en med et undertryk på 0,1 bar i en celle svarende til afstanden til den horisontale boring.



Figur 22. Effekten af vakuumentilering på dampzonens udbredelse efter 1 døgn.

De tre figurer viser, at dampzonens form og størrelse er relativt ufølsom overfor vakuumentilationen. Som forventet kan der spores en lille tendens til, at dampzonen bevæger sig i retning af ventilationsboringen, men man skal ikke forvente, at dampzonens udbredelse kan kontrolleres ved hjælp af ventilationsboringerne. De opvarmede arealer er beregnet som arealet af det område, hvor temperaturen er højere end 12 °C. Der ses kun en meget lille forskel, hvilket igen viser, at kun en meget lille del af den injicerede energi fjernes med vakuumentilationen. Den del vil dog stige, efterhånden som dampzonen kommer tættere på ventilationsboringen.

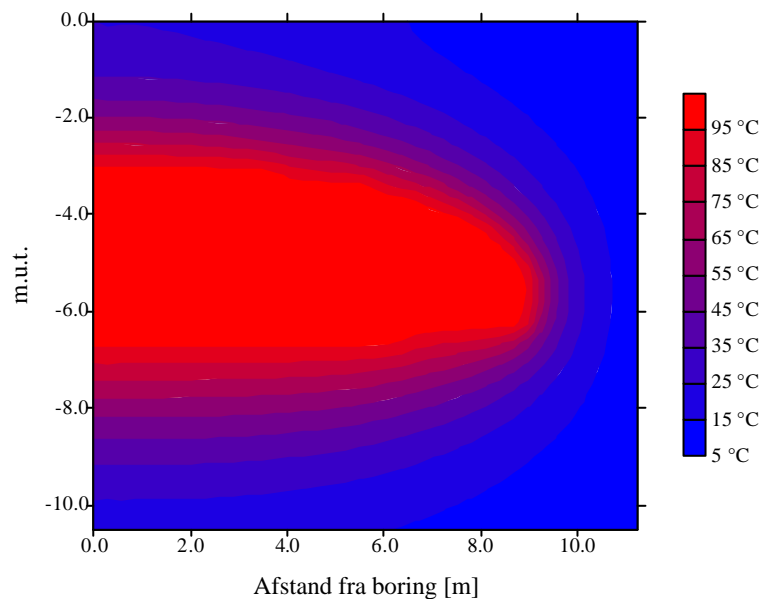
Det modellerede system er kun to-dimensionalt, og derfor vil effekten rent faktisk overdrives i forhold til et tre-dimensionalt system. Det skyldes, at trykket i en lige linje væk fra en injektions- eller ekstraktionsboring vil nærme sig omgivelsernes tryk hurtigere på grund af det større volumen. Man kan sige, at influensradius i et to-dimensionalt system vil være større end i et tre-dimensionalt. De foretagne simuleringer kan derfor betragtes som konservative skøn og vakuumentileringen kan ikke forventes at influere ret meget på selve opvarmningen.

8 Opsamling

Nærværende afsnit er skrevet i februar 2002 efter dampoprensningens fuldførelse. Generelt kan det siges, at dampoprensningen i det store hele forløb uden de store problemer, og opvarmningen gik som forventet. Der var ikke problemer med for høje temperaturer under bygningerne, og der kunne ikke konstateres nogen nævneværdig temperaturstigning i vertikal retning efter dampinjektionens ophør.

8.1 Dampzonens udbredelse

I den model der blev opstillet blev det fremhævet, at det var forholdet mellem den vertikale og den horisontale permeabilitet, der var styrende for dampzonens udvikling. Efter opvarmningen kan det konstateres, at dampzonen nåede en horisontal udstrækning på omkring 9 m. Samtidig viser TB05, der ligger umiddelbart i nærheden af injektionsboringen, at dampzonens maksimale vertikale udbredelse var til omkring 3 m.u.t. Disse værdier kan benyttes til at bestemme det aktuelle forhold mellem vertikal og horisontal permeabilitet. Der er gennemført en simulering, hvor permeabiliteten i vertikal retning er en faktor 10 lavere end den horisontale permeabilitet for gasfasen på 40 darcy bestemt af COWI. Injektionsraten sættes til 150 kg/time, og der injiceres 16 timer i døgnet. Der tages ikke hensyn til den samtidige injektion af luft. Simuleringen er ikke gennemført ved hjælp af T2VOC, men ved hjælp af en ny model /Miljøstyrelsen 2002/, der er langt enklere at anvende. Nedenstående figur viser den resulterende dampzone efter en måneds dampinjektion, hvor dampzonen har nået en horisontal udstrækning på 9m.



Figur23. Simuleret dampzone efter 1 måneds injektion.

Dampzonen er nået til omkring 3 m.u.t., hvilket passer med det observerede, og det kan konkluderes, at den observerede dampzone kan simuleres med en horisontal permeabilitet, der er 10 gange højere end den vertikale. Hvorvidt forskellen i permeabilitet så skyldes tilstedeværelsen af lavpermeable lag er ikke muligt at afgøre.

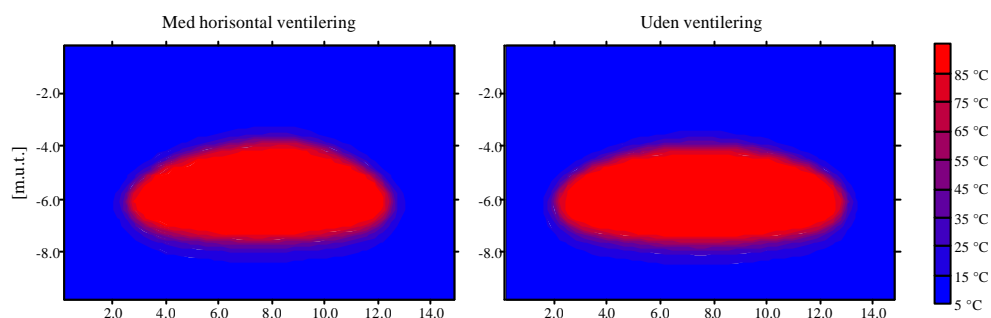
8.2 Tilsætning af luft

Der blev i hele perioden injiceret 20-25 m³ luft i timen med et tryk på 3 bar. Det kan omregnes til 70 kg/time ved at benytte den ideelle gaslov. Samtidig blev der gennem

vakuumboringerne ekstraheret omkring 400 kg/time. Inden oprensningen blev det vurderet, at det selv med en enkelt ventilationsboring ville være muligt at forhindre udstrømning, både ved en højere injektionsrate og lavere ekstraktionsrate end den aktuelle. Under hele oprensningen kunne det ved poreluftboringerne konstateres, at der var undertryk i forhold til atmosfæren. Der har således ikke været problemer med udstrømning af luft til atmosfæren. Samtidig giver de indsamlede data ikke mulighed for at revurdere simuleringerne på dette punkt.

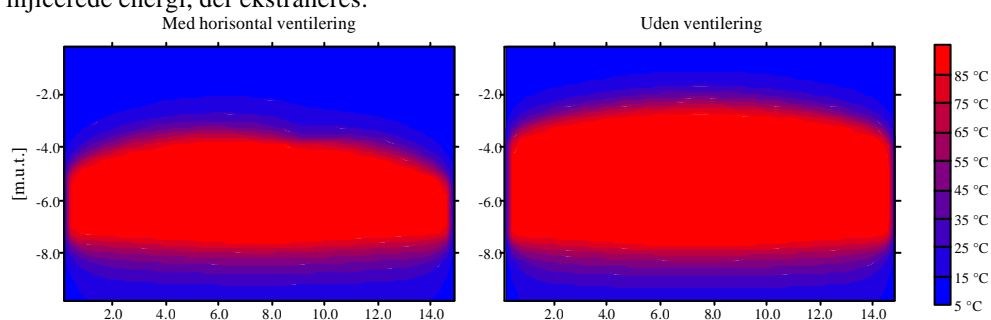
8.3 Effekt af vakuumventilation på dampzonens form

I afsnit 7 blev der gennemført en række forholdsvise korte simuleringer til vurdering af vakuumventilationens effekt, og det blev konkluderet, at den ikke havde stor indflydelse. Det er lidt i modstrid med det observerede, hvor det ser ud til, at en forholdsvis stor del af den injicerede energi blev fjernet med vakuumventilationen. Under oprensningen kunne det ligeledes konstateres, at der skete nogle kraftige temperaturstigninger i toppen af den opvarmede zone i forbindelse med driftsstop på vakuumanlægget. Dette kunne primært ses i boring TT03 og TT05, der var placeret tæt på injektionsboringen. For at undersøge dette nærmere er der gennemført yderligere en række simuleringer ved hjælp af det 2-dimensionelle setup benyttet i afsnit 7. Der injiceres en blanding af damp og luft i forholdet 2:1, og der ekstraheres med en fast ekstraktionsrate i en afstand fra injektionsboringen svarende til afstanden til den nærmeste horisontale boring.



Figur 24. Dampzone efter 3 dages dampinjektion med og uden ventilering.

Ovenstående figur viser det opvarmede område efter 3 dages injektion med og uden vakuumelekstraktion, og der er kun en forholdsvis lille forskel. Det skyldes, at dampzonen endnu ikke er nået til ekstraktionsboringen, og det er kun en meget begrænset del af den injicerede energi, der ekstraheres.



Figur 25. Dampzone efter 13 dages dampinjektion med og uden ventilering.

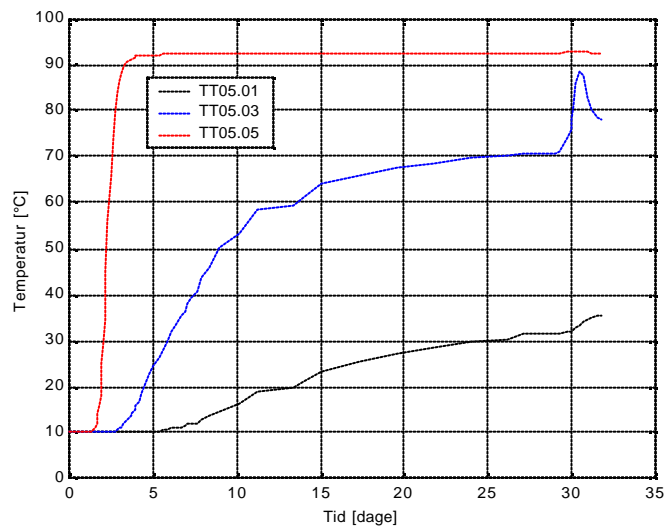
Figur 25 viser, at der efter længere injektionstid ses en større forskel, idet vakuumventilationen betyder, at dampzonen udvikles langsommere.

Det kan i øvrigt bemærkes på figur 24, at der ikke er væsentlig forskel på dampzonens form i de to situationer. Det trykfald, vakuumventilationen giver anledning til, har altså ikke stor betydning for dampzonens udbredelsesretning. Det er i modsætning til dampinjektion under grundvandspejlet, hvor dampzonen i højere grad vil bevæge sig i retning af en ekstraktionsboring.

Simuleringerne viste ydermere, at vakuumeekstraktionen førte til en generel reduktion i dampzonens størrelse, og ikke kun til en begrænsning i dampzonens udbredelse i vertikal retning. Det forhold, der blev fundet imellem den horisontale og vertikale permeabilitet ud fra dampzonens udbredelse, er altså ikke ukorrekt, selv om der ikke blev taget højde for vakuumeekstraktionen.

Der er yderligere gennemført en simulering, hvor permeabiliteten er sænket i formationen. Injektionsraten er ikke ændret og ekstraktionen foregår ved samme tryk, hvilket medfører, at raten reduceres svarende til reduktionen i permeabilitet. Den simulering viste en langt mindre effekt fra vakuumeekstraktionen, hvilket illustrerer, at den afkølede effekt er forårsaget af den mængde atmosfæriske luft, der strømmer igennem den opvarmede zone og ikke den direkte ekstraktion af damp.

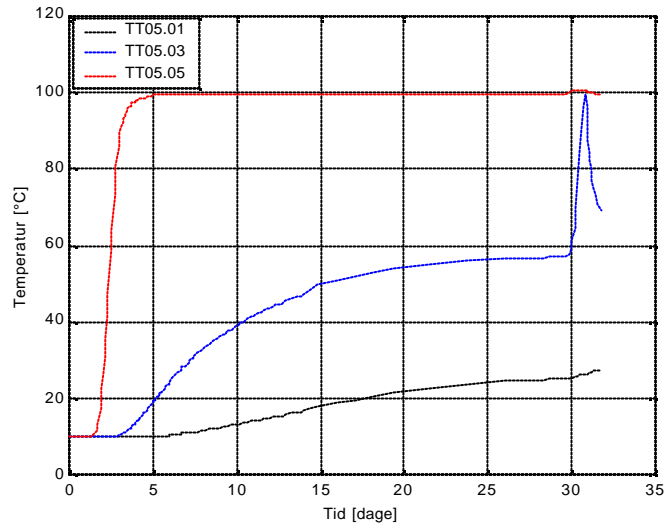
For at undersøge effekten af et stop i vakuumeekstraktionen er simuleringen fortsat med injektion i 30 døgn, hvorefter vakuumeekstraktionen standses i et døgn. Nedenstående figur viser temperaturen som funktion af tiden i en afstand fra injektionsboringen svarende til afstanden til temperaturboringen TT05.



Figur 26. Temperatur som funktion af tiden ved damp/luftinjektion.

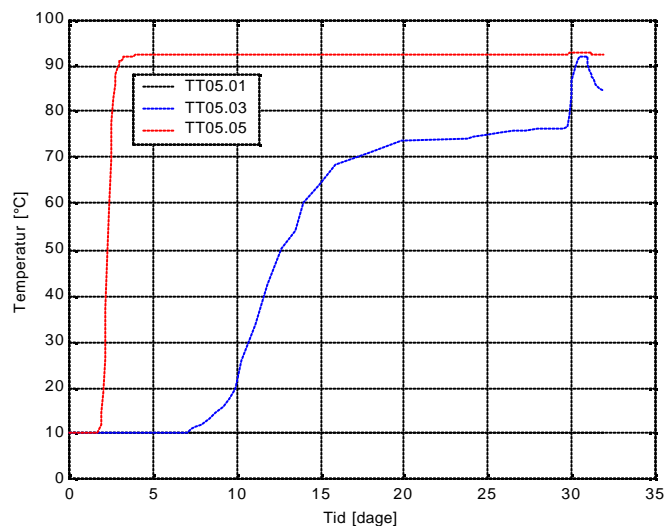
3,5 m.u.t. svarende til TT05 stiger temperaturen kun langsomt, men der ses en kraftig stigning, idet vakuumeekstraktionen standses. Tilsvarende ses et fald, idet vakuumeekstraktionen genoptages efter et døgn pause. Det svarer kvalitativt det observerede. Eftersom der er tale om en to-dimensional simulering, hvor ekstraktions- og injektionsrater ikke stemmer overens med det reelle, kan temperaturerne ikke sammenlignes direkte.

Denne bratte temperaturstigning skyldes ikke, at der injiceres både damp og luft. Figur 27 viser den samme afbildning for en simulering med ren dampinjektion, og der ses et tilsvarende resultat.



Figur 27. Temperatur som funktion af tiden ved ren dampinjektion.

Der er gennemført yderligere en simulering, hvor varmeledningkoefficienten er sat til nul, således at der kun foregår opvarmning ved konvektion. Den resulterende temperatur for damp/luftinjektion er vist på nedenstående figur.



Figur 28. Temperatur som funktion af tiden ved damp/luftinjektion uden varmeledning.

Der ses igen en langsom opvarmning, hvilket altså ikke nødvendigvis er ensbetydende med, at varmeledning dominerer, men kan skyldes, at der sker en samtidig køling.

Under oprensningen kunne der konstateres et øget modtryk fra formationen, idet dampinjektion påbegyndte, således at ekstraktionsraten faldt. Dette kunne ikke simuleres af modellen i den to-dimensionale opsætning. Muligvis vil effekten kunne ses i en tre-dimensionel opsætning, hvor trykforhold, injektions- og ekstraktionsrate kan simuleres korrekt.

Generelt kan det altså konkluderes, at dampzonens vertikale udbredelse i stor udstrækning kan kontrolleres ved hjælp af den strømning som vakuume ekstraktionen giver anledning til. Det skal dog bemærkes, at denne konklusion kun gælder i tilfælde, hvor vakuume ekstraktionen foretages umiddelbart over injektionen. Hvis injektion og ekstraktion er placeret i samme dybde vil det ikke nødvendigvis være muligt at opnå en tilstrækkelig luftstrømning over dampzonen.

9 Referencer

Miljøstyrelsen 2000 "Oprensning af klorerede opløsningsmidler ved dampstripping. Brüel og Kjær grunden" Miljøprojekt nr. 543.

Carsel, R. F. & Parrish, R. S. (1988) "Developing joint probability distributions of soil water retention characteristics." Water Resources Research. Vol. 24, Nr. 5, pp. 755-769.

Falta, R. W., Pruess, K., Finsterle, S. and Battistelli, A., 1995. T2VOC User's Guide. Lawrence Berkeley Laboratory Report, LBL-36400 University of California, Berkeley.

Miljøstyrelsen 2002 "Modellering af opvarmning ved dampinjektion (MODI)" Miljøprojekt nr. 679.