



November 2005

Grundvandsforurening nedstrøms trotylstøbe- riet

Forureningsafgrænsning og
risikovurdering

304 Ammunitionsarsenalet Elling

INDHOLDSFORTEGNELSE

1	INDLEDNING	1
1.1	Baggrund/historik.....	1
2	GEOLOGI OG HYDROGEOLOGI.....	4
2.1	Geologi.....	4
2.2	Hydrogeologi	4
2.3	Vandindvindings- og recipientforhold	5
2.3.1	Enkeltindvindere.....	5
2.3.2	Recipient.....	6
3	UDFØRTE UNDERSØGELSER.....	7
3.1	Etablering af boringer	7
3.2	Vandprøvetagning	7
4	ANALYSERESULTATER.....	9
5	FORURENINGSTILSTAND	11
5.1	Ved trotylstøberiet.....	11
5.2	100 meter nedstrøms trotylstøberiet.....	12
5.3	300 meter nedstrøms trotylstøberiet.....	13
5.4	Udenfor AMA's område.....	14
6	ANBEFALINGER..... FEJL! BOGMÆRKE ER IKKE DEFINERET.	
7	REFERENCER.....	15

BILAGSFORTEGNELSE

Bilag 1	Oversigtskort med boringer.
Bilag 2	Potentialekort.
Bilag 3	Oversigtskort, enkeltindvindere.
Bilag 4	Borejournaler.
Bilag 5	Vandprøvetagnings-, pejle- og nivelleringskemaer.
Bilag 6	Analyseblanketter.
Bilag 7	Oversigtskort, koncentrationer af TNT og RDX i grundvand.

1 Indledning

Denne rapport er udarbejdet af NIRAS for Forsvarets Bygningstjeneste (FBT). Rapporten omfatter en supplerende afgrænsning af den tidligere konstaterede grundvandsforurening med TNT, RDX og en række nedbrydningsprodukter ca. 300 m nedstrøms trotylstøberiet hos Ammunitionsarsenalet (AMA) i Elling. Rapporten indeholder ligeledes en risikovurdering i forhold til grundvandsressourcen og de nærmestliggende enkeltindvindinger.

Et oversigtskort med undersøgelsesområdet ved trotylstøberiet fremgår af bilag 1.

1.1 Baggrund/historik

Baggrunden for nærværende undersøgelse er, at der ved tidligere undersøgelser er konstateret en forurening af grundvandet ved trotylstøberiet med RDX, TNT og TNT's nedbrydningsprodukter /ref. 1, 2, 3/.

I forbindelse med en undersøgelse i februar 1997 /ref. 1/ blev der konstateret forurening af grundvandet med TNT (150 µg/l) ved trotylstøberiet. Endvidere blev det sandsynliggjort, at der kunne være RDX og nedbrydningsprodukter af TNT i grundvandet. Da der af Miljøstyrelsen ikke er opstillet kriterier for hverken grundvand eller drikkevand, blev der udarbejdet forslag til acceptkriterier for både grundvand og drikkevand for henholdsvis TNT og RDX. Det blev vurderet, at koncentrationerne af disse stoffer bør være mindre end de opstillede forslag til drikkevandskriteriet ved skellet til AMA, der for TNT og RDX er på henholdsvis 1 og 0,35 µg/l. Der blev ligeledes opstillet et acceptkriterie for grundvand på 50 µg/l for henholdsvis TNT og RDX. Resultaterne viste, at der var en overskridelse af det foreslåede drikkevandskriterie for TNT med en faktor 150 og det foreslåede acceptkriterie for grundvand med en faktor 3 centralt i forureningsfanen.

Efterfølgende blev der udført en undersøgelse i september 1997 /ref. 2/, der skulle fastlægge forureningsudbredelsen samt retning og styrke af TNT- og RDX-forureningen i grundvandet. Der blev ved undersøgelsen konstateret en kraftig forurening i grundvandet med TNT, RDX og to nedbrydningsprodukter af TNT, nemlig 2-ADNT (2-amino-4,6 dinitrotoluen) og 4-ADNT (4-amino-2,6-dinitrotoluen). Forureningen blev kun delvist afgrænset, og strømningsretningen blev vurderet at være øst-sydøst. Det blev endvidere vurderet, at det ikke kunne udelukkes, at forureningen udgjorde en trussel mod indvindingsboringerne nedstrøms for trotylstøberiet.

I 1998 blev der udført en supplerende undersøgelse af TNT og RDX i grundvandet /ref. 3/. Ved undersøgelsen blev den største koncentration af forureningskomponenter truffet omkring trotylstøberiet. RDX var den dominerende forureningskomponent og blev fundet med koncentrationer på op til 813 µg/l i boring M1 umiddelbart nord for trotylstøberiet.

Det blev i /ref. 3/ vurderet, at forureningen var afgrænset i nordøstlig retning til mindre end 50 m uden for skellet til AMA. Det blev på baggrund heraf vurderet, at forureningen ikke udgjorde en trussel over for de daværende tre vandindvindinger i nordøstlig retning. Ved undersøgelsen blev der endvidere konstateret en mere sydlig strømningsretning af grundvandet i det terrænnære magasin end tidligere. På baggrund af moderate fund af forurening i boring G21 øst for trotylstøberiet og de ændrede strømningsforhold blev det vurderet, at vandindvindinger øst og syd for trotylstøberiet ville kunne blive påvirket af forureningen.

Da de forudgående undersøgelser ikke havde fastlagt grundvandsstrømningsretningen entydigt samt afgrænset den konstaterede forurening i nedstrøms retning, blev der i februar 2002 udført en undersøgelse /ref. 4/, hvor grundvandets strømningsretning på lokaliteten er bestemt til at være øst-sydøst. Ved denne undersøgelse er der endvidere etableret 5 nye monitoringsboringer (B1-B5) nedstrøms trotylstøberiet til afgrænsning af forureningen.

Efterfølgende er der i marts 2003 /ref. 10/ og december 2003 /ref. 12/ udført undersøgelser til afgrænsning og kvantificering af grundvandsforureningen ca. 100 m nedstrøms trotylstøberiet. De højeste koncentrationer af RDX, TNT og TNT's nedbrydningsprodukter er ved disse undersøgelser konstateret centralt omkring trotylstøberiet med koncentrationer af TNT og RDX på henholdsvis 960 og 130 µg/l, hvilket er en overskridelse af de opstillede drikkevandskriterier med en faktor 960 og 370 /ref. 12/.

Forureningsfanen med TNT og TNT's nedbrydningsprodukter er stærkt aftagende i boringstraceet 100 m nedstrøms for trotylstøberiet, hvilket indikerer, at der sker en nedbrydning af TNT og TNT's nedbrydningsprodukter. Der er således ikke konstateret overskridelse af drikkevandskriteriet på 1 µg/l for TNT 100 m nedstrøms trotylstøberiet /ref. 12/.

Der er derimod i boringstraceet 100 m nedstrøms for trotylstøberiet konstateret væsentlig indhold af RDX på op til 350 µg/l, hvilket er en faktor 1.000 over det opstillede drikkevandskriterie på 0,35 µg/l. Den høje koncentration af RDX indikerer, at der ikke er sket en væsentlig nedbrydning af RDX i det terrænnære grundvandsmagasin 100 m nedstrøms trotylstøberiet /ref. 12/.

Med henblik på at afgrænse den konstaterede RDX-forurening, er der i december 2004 etableret 4 borer (B10-B13) ca. 300 m nedstrøms trotylstøberiet til afgrænsning og kvantificering af grundvandsforureningen /ref. 14/. Der er i vandprøver udtaget fra de 4 borer ikke konstateret koncentrationer af RDX, TNT og TNT's nedbrydningsprodukter over analysemetodens detektionsgrænse.

Den overordnede grundvandsstrømningsretning i området umiddelbart omkring trotylstøberiet er øst-sydøst, mens der ca. 300 m nedstrøms trotylstøberiet - efter etablering og pejling af de 4 nyetablerede borer - er observeret en mere sydlig grundvandsstrømningsretning /ref. 14/. Dette stemmer overens med at Elling Å, der forløber fra vest mod øst umiddelbart syd for AMA, afvander det terrænnære grundvandsmagasin i området. De konstaterede potentialeforhold indikerer således, at forureningsfanen drejer nedstrøms trotylstøberiet til en mere sydlig retning.

Med henblik på sikker afgrænsning af forureningsfanens udbredelse 300 m nedstrøms trotylstøberiet ønsker FBT en yderligere afgrænsning samt monitorering, med henblik på udarbejdelse af en risikovurdering af forureningen over for grundvandsressourcen samt nedstrømsliggende vandindvindinger i området.

Formål

Formålet med nærværende undersøgelse er således, at:

- dokumentere forureningsudbredelsen 300 m nedstrøms trotylstøberiet, ved vandprøvetagning fra de eksisterende nedstrøms borer B10-B13 samt etablering og vandprøvetagning fra to supplerende monitoringsboringer umiddelbart vest herfor.
- underbygge de tidligere konstaterede potentialeforhold i området ved etablering af to supplerende pejleboringer i området.
- opdatere indvindingsforholdene for de nærmeste relevante enkeltindvindere i området.
- opstille en risikovurdering over for grundvandsressourcen samt enkeltindvindere i området.

2 Geologi og hydrogeologi

2.1 Geologi

Geologien i området ved lokaliteten består af marint forland dannet siden stenalderen. Der er dannet klitlandskab, som består af smalle sandrygge af flyvesand kaldet rimmer. Mellem rimmerne er der bredere tørvefyldte lavninger kaldet dopper.

Geologien på lokaliteten består overvejende af fint sand fra terræn til ca. 7-8 m u.t., hvorunder der træffes fed ler (yoldialer).

Der er i forbindelse med borearbejdet ved etablering af de nedstrømsliggende borer (ca. 300 m nestrøms) truffet gulligt sand fra terræn til ca. 2,5-3,0 m u.t., efterfulgt af grålige sandede marine aflejringer med mindre indhold af muslingeskaller til ca. 7-8 m u.t. Fra 7-8 m u.t. er der truffet fed yoldialer, hvorefter borerne er stoppet.

Terræn i området er beliggende i ca. kote 9,5 m DNN (Dansk Normal Nul), svagt faldende i nordøstlig og sydvestlig retning.

2.2 Hydrogeologi

Grundvandsspejlet i området ligger mellem 1,0 og 2,5 m u.t. svarende til ca. kote 7,0-8,5 m DNN.

Det primære grundvandsmagasin består af saltvandssand og er beliggende fra ca. 15-23 m u.t. Det primære og sekundære grundvandsmagasin er adskilt af yoldialer med en mægtighed på 3-5 m. Det sekundære grundvandsmagasin er beliggende fra ca. 2-9 m u.t. /ref. 3/.

Vurderet ud fra potentialekort fra Nordjyllands Amt /ref. 9/ er den overordnede grundvandsstrømningsretning i området omkring AMA øst-sydøst mod Elling Å. Nordjyllands Amts 1 meters potentielelinier fremgår af potentialekort i bilag 2.

Resultaterne fra de 5 synkronpejlerunder i september 2001-januar 2002 /ref. 4/ viser, at grundvandsstrømningen i det terrænnære grundvandsmagasin på lokaliteten ligeledes er østsydøst. Potentialeforholdene indikerer endvidere, at der specielt i forbindelse med nedbørshændelser sker en form for opstuvning af vandet omkring grøften, der går parallelt med vejen umiddelbart nord for trotylstøberiet, jf. bilag 2.

Ud fra pejlinger foretaget i boring G25, der er filtersat i 2 niveauer (1-3 og 16-19 m u.t.) tyder det på, at der er en nedadrettet gradient i det terrænnære magasin.

I forbindelse med nærværende undersøgelse er der den 4. august 2005 udført en synkronpejlerunde i samtlige tilgængelige pejleboringer i området med henblik på opdatering af potentialeforholdene og vurdering af strømningsforholdene, herunder forureningsfanens udbredelse.

Pejleskemaer fremgår af bilag 5, og potentialekort fremgår af bilag 2.

Potentialekortet i bilag 2 viser, at der centralt omkring trotylstøberiet er en øst-sydøstlig grundvandsstrømningsretning, mens der længere nedstrøms trotylstøberiet er en mere syd-sydøstlig strømningsretning mod Elling Å, jf. bilag 3.

Den konstaterede syd-sydøstlige strømningsretning nedstrøms trotylstøberiet indikerer, at Elling Å afvander det terrænnære grundvandsmagasin i området.

2.3 Vandindvindings- og recipientforhold

Ammunitionsarsenalet er beliggende i et område med begrænsede drikkevandsinteresser /ref. 6/.

Ammunitionsarsenalet samt området omkring AMA, herunder Elling By, er med undtagelser af få enkeltindvindere vandforsynet fra Frederikshavn Forsyning, hvis nærmeste vandforsyningsboringer er beliggende ca. 5 kilometer vest for Ammunitionsarsenalet.

Nærmeste vandforsyningsboring tilhørende Ravnshøj Vandværk er beliggende ca. 1,7 km syd for AMA /ref. 7/.

Der findes dog et nødvandværk på AMA ca. 150 m vest for trotylstøberiet /ref. 2/. De tilhørende 2 vandforsyningsboringer har dog ikke været i drift siden 1980 /ref. 13/.

2.3.1 Enkeltindvindere

Følgende oplysninger stammer fra Frederikshavn Kommune /ref. 8/. Ifølge Frederikshavn Kommune /ref. 15/ er der ikke sket ændringer i forbindelse med enkeltindvindere i området siden sidste rapportering i december 2004 /ref. 14/.

I en radius af halvdelen kilometer omkring AMA er der således registreret tre enkeltindvindere beliggende Skolevangsvej 88, Lomanshaven 31 og Tuenvej 112, hvor sidstnævnte er beliggende ca. 800 m sydøst for trotylstøberiet.

De tre enkeltindvindere fremgår af oversigtskort i bilag 3.

Enkeltindvindingen beliggende **Skolevangsvej 88** er registreret som landbrug, hvor indvindingen foregår terrænnært fra en brønd i den øvre del af grundvandsmagasinet. Der er i marts 2001 udført en drikkevandsanalyse, hvor der er registreret forhøjet bakterieindhold. Drikkevandsprøven er ikke analyseret for miljøfremmede forureningskomponenter.

Enkeltindvindingen beliggende **Lomanshaven 31** er ligeledes registreret som landbrug, hvor indvindingen foregår terrænnært fra en brønd i den øvre del af grundvandsmagasinet (boring DGU nr. 7.1245 /ref. 7/). Der er ved en drikkevandsanalyse i januar 2001 ikke fundet forhøjet bakterie- og nitratindhold. Drikkevandsprøven er ikke analyseret for miljøfremmede forureningskomponenter.

Den nærmeste enkeltindvinding er beliggende **Tuenvej 112** ca. 800 m nedstrøms trotylstøberiet, og anvendelsen er registreret som sommerhus. Grundejer har til Frederikshavn Kommune oplyst, at indvindingen ikke benyttes til drikkevand, da vandet er meget brunt. Der forefindes således ingen drikkevandsanalyser.

Der findes ingen oplysninger om indvindingsmængder.

2.3.2 Recipient

Recipienten for området er Elling Å, der løber umiddelbart syd for området, jf. bilag 3.

Åen er målsat som gyde- og yngelopvækstvand for laksefisk (B1) /ref. 6/.

3 Udførte undersøgelser

3.1 Etablering af boringer

Med henblik på sikker afgrænsning af forureningsfanens udbredelse, er der etableret to nye monitoringsboringer umiddelbart vest for boring B10. Boringerne er placeret på baggrund af den forventede grundvandsstrømningsretning vurderet ud fra de tidligere undersøgelser /ref. 14/.

Boringerne, der er benævnt B14 og B15, er udført den 25. juli 2005, og placeringen af boringen fremgår af oversigtskort i bilag 1.

Borejournaler udarbejdet af boreentreprenør fremgår af bilag 4.

Boringerne er udført som snegleboringer til ca. 2,5 m u.t. og herefter som tørboringer med sandspand og er ført til overkant ler i en dybde af ca. 6,6 m u.t.

Da forureningsfanen længere nedstrøms trotylstøberiet må forventes at dykke, er boringerne filtersat med 3 m ø63 PEH-filter i det sekundære grundvandsmagasin umiddelbart over leren og udbygget med PEH-blindrør til terræn.

Boringerne er gruskastet til ca. 0,5 m over top af filterrør efterfulgt af 1,0 m bentonit og herefter borefyldt til terræn. Boringerne er afsluttet med cementbrøndrør med tilhørende låg.

Der er endvidere udført to supplerende pejleboringer vest og øst herfor. Pejleboringerne er benævnt B16 og B17. Pejleboringerne er etableret ved nedspuling af ø25mm pejlerør til hhv. 5,7 og 6,1 m u.t. Pejlerørene er filtersat i den nederste halve meter.

Borearbejdet er udført af boreentreprenør K. Sørensen & Søn A/S. Der er ikke udtaget jordprøver til analyse i forbindelse med borearbejdet. Efter etablering af boringerne B14-B17 er disse den 4. august 2005 nivelleret i forhold til de øvrige pejleboringer i området.

3.2 Vandprøvetagning

Med henblik på afgrænsning af forureningsfanen, er der udtaget vandprøver fra de nyetablerede boringer B14 og B15. Der er ligeledes for verifikation af tidligere analyseresultater udtaget vandprøver fra boring B10-B13.

Samtlige vandprøver er udtaget den 4. august 2005. Vandprøverne er analyseret for RDX, TNT samt fire udvalgte nedbrydningsprodukter af TNT, nemlig 1,3,5-trinitrobenzen, 2,4-DNT, 2-amino-4,6-DNT og 4-amino-2,6-DNT (DNT=dinitrotoluen).

Alle vandprøver er udtaget af NIRAS med løbende feltmåling af ilt, ledningsevne og temperatur under forpumpningen.

Forløbet af vandprøvetagningen fremgår af vandprøvetagningsskemaer i bilag 5.

Vandprøverne er analyseret for RDX, TNT og TNT's nedbrydningsprodukter (ikke akkrediteret) hos Eurofins. Analyserne er ikke analyseret akkrediteret, da det ikke været muligt at finde et laboratorium der kan foretage en akkrediteret analyse for RDX, TNT og TNT's nedbrydningsprodukter.

Detektionsgrænsen for RDX er ved nærværende analyserunde sænket fra de tidligere 5 µg/l til 2 µg/l. Grunden til RDX's høje detektionsgrænse er, at bestemmelsen af RDX foregår ved UV-detektion og ikke MS-detektion, som ved de øvrige parametre som TNT og TNT's nedbrydningsprodukter.

4 Analyseresultater

Analyseresultater fra denne samt tidligere vandprøvetagninger fremgår af tabel 4.1.

Originale analyseblanketter af vandprøver udtaget 4. august 2005 fremgår af bilag 6. Analyseresultater for TNT og RDX fremgår ligeledes af oversigtskort i bilag 7.

Analyseresultaterne for RDX, TNT og TNT's nedbrydningsprodukter er i tabel 4.1 sammenholdt med de opstillede drikkevandskriterier i den reviderede farlighedsvurdering /ref. 11/.

Boringsnummer	Filter-interval m u.t.	Udtag- nings- dato	TNT µg/l	RDX µg/l	1,3,5-trinitro- benzen µg/l	2-amino- 4,6-DNT µg/l	4-amino- 2,6-DNT µg/l	2,4-DNT µg/l
Detektionsgrænse			0,1/0,5	5/2	0,2	0,1/0,2	0,1/0,2	0,1/0,2
Drikkevandskriterium**			1	0,35		1	1	0,05
Ved trotylstøberiet								
G3	1-5	2/7-02	-	190	-	4,2	4,7	-
G4	1-5	2/7-02	14	82	-	62	63	0,51
G10	1-5	2/7-02	2,8	44	-	3,0	28	-
G13	1-5	2/7-02	960	130	3,6	80	200	1,8
100 m nedstrøms trotyl- støberiet								
B1	1-3	8/10-02	-	-	-	-	-	-
B2	1-3	2/7-02	-	16	-	-	-	-
B3	1,7-3,7	2/7-02	-	-	-	-	-	-
B4	1,7-3,7	2/7-02	0,93	350	-	5,0	5,6	-
B5	1,4-3,4	15/11-04	-	260	-	2,0	3,5	0,11
B20	1-3	2/7-02	-	-	-	-	-	-
G21	1-3	2/7-02	-	20	-	0,2	1,7	-
G23	1-3	8/10-02	-	-	-	-	-	-
G24	1-3	8/10-02	-	-	-	-	-	-
B6.1 (nederste filter)	8-9	15/11-04	-	24	-	-	-	-
B6.2 (mellemste filter)	5-6	19/11-03	-	-	-	-	-	-
B6.3 (øverste filter)	2-5	19/11-03	-	420	-	4,1	3,5	-
		15/11-04	-	240	-	4,3	5,4	0,12
300 m nedstrøms trotyl- støberiet								
B10	4-7	15/11-04	-	-	-	-	-	-
		4-8-05	-	-*	-	-	-	-
B11	4,9-7,9	15/11-04	-	-	-	-	-	-
		4-8-05	-	-*	-	-	-	-
B12	4,5-7,5	15/11-04	-	-	-	-	-	-
		4-8-05	-	-*	-	-	-	-
B13	4,4-7,4	15/11-04	-	-	-	-	-	-
		4-8-05	-	-*	-	-	-	-
B14	3,6-6,6	4-8-05	-	-*	-	-	-	-
B15	3,6-6,6	4-8-05	-	-*	-	-	-	-

* Detektionsgrænsen for RDX er 2 µg/l.

** Opstillet acceptkriterium for drikkevand /ref. 11/.

- Under detektionsgrænsen.

■ Overskridelse af beregnet drikkevandskriterium.

Tabel 4.1: Analyseresultater af vandprøver analyseret for RDX, TNT og TNT's nedbrydningsprodukter fra udvalgte boringer ved og nedstrøms trotylstøberiet.

Som det fremgår af tabel 4.1, er der ved nærværende analyserunde ikke fundet indhold af TNT, RDX og TNT's nedbrydningsprodukter over detektionsgrænsen i de seks boringer B10-B15 300 m nedstrøms trotylstøberiet.

5 Forureningstilstand og risikovurdering

På baggrund af de hidtil gennemførte undersøgelser /ref. 1, 2, 3, 4, 10, 12 og 14/ samt nærværende undersøgelse, er forureningstilstanden samt risikovurdering overfor grundvandsressourcen ved og nedstrøms trotylstøberiet beskrevet. Der er ligeledes opstillet en risikovurdering over for enkeltindvindere i området.

Nedbrydningsforholdene for TNT og RDX er indledningsvist beskrevet.

Nedbrydning af TNT og RDX

Nedbrydning af TNT og RDX i jord og grundvand kan forekomme, men RDX nedbrydes hovedsagelig kun under anaerobe forhold, hvilket kan betyde, at RDX er mere eller mindre persistent i iltede grundvandsmagasiner. Da RDX forventes at have en moderat til høj mobilitet, kan RDX spredes over betydelige afstande i et aerobt magasin /ref. 11/.

Der er i forbindelse med de gennemførte undersøgelser under vandprøvetagningen konstateret svovlbrintelugt samt iltkoncentrationer på 0,1-1,6 mg/l, hvilket indikerer, at der kan forekomme anaerobe zoner i det sekundære grundvandsmagasin. Anaerobe forhold i magasinet kan betyde, at betingelse for naturlig nedbrydning af RDX er til stede, men nedbrydningshastigheden er vurderet som meget langsom /ref. 11/.

Nedbrydningen af TNT og RDX er sjældent fuldstændig, og nedbrydningsprodukterne er i flere tilfælde vurderet som værende mere giftige end det oprindelige stof /ref. 11/.

Det skal bemærkes, at analyselaboratoriets detektionsgrænse for RDX ved nærværende undersøgelse er 2 µg/l (tidligere har den været 5 µg/l), mens det opstillede acceptkriterium for drikkevand er 0,35 µg/l. Det kan derfor ikke afvises, at analyseresultater under detektionsgrænsen overskrider det opstillede acceptkriterium for RDX i drikkevand.

5.1 Ved trotylstøberiet

De højeste koncentrationer af RDX, TNT og TNT's nedbrydningsprodukter er konstateret centralt omkring trotylstøberiet i borerne G3, G4, G10 og G13. De højeste koncentrationer er konstateret i G13 lige ved trotylstøberiet med koncentrationer af TNT og RDX på henholdsvis 960 og 130 µg/l, hvilket er en overskridelse af de opstillede drikkevandskriterier på henholdsvis en faktor 1.000 og 370.

Der er endvidere konstateret nedbrydningsprodukter af TNT (2-amino-4,6-DNT og 4-amino-2,6-DNT) på op til henholdsvis 80 µg/l (8% af TNT) og 200 µg/l (21% af TNT). Ved en tidligere undersøgelse ved trotylstøberiet er der i M1 fundet 150 og 831 µg/l af henholdsvis TNT og RDX /ref. 1/.

Imidlertid er der i G3 fundet 190 µg/l RDX, men ingen TNT og kun lave indhold af TNT's nedbrydningsprodukter (ca. 5 µg/l). G3 ligger opstrøms for trotylstøberiet men i området, hvor der er observeret opstuvning af grundvandet omkring grøften umiddelbart nord for trotylstøberiet, jf. kapitel 2.

5.2 100 meter nedstrøms trotylstøberiet

Den overordnede grundvandsstrømningsretning i området omkring trotylstøberiet er øst-sydøst, mens der længere nedstrøms trotylstøberiet er en mere sydøstlig strømningsretning. Grundvandsforureningen er konstateret 100 m nedstrøms trotylstøberiet i borerne B4 og B6 samt i mindre omfang i borerne B2 og G21, jf. bilag 7.

RDX

Der er ved to analyserunder konstateret RDX i B4 og B6.3 på hhv. 260-350 og 240-420 µg/l, hvilket er en overskridelse af det opstillede drikkevandskriterie for RDX på op til en faktor 1.200.

Der er ligeledes konstateret RDX i det nederste filter 8-9 m u.t. i boring B6 (B6.1) på 24 µg/l, hvilket indikerer, at grundvandsforureningen 100 m nedstrøms for trotylstøberiet er dykket, og at der således er en vertikal forureningsudbredelse om end begrænset. Der er dog ikke konstateret RDX i det mellemste filter (B6.2) over detektionsgrænsen.

I boring B2 og G21, der repræsenterer hhv. de sydlige og nordlige grænser for forureningsfanen i det nedstrøms boringstracé, er der fundet et indhold af RDX på hhv. 16 og 20 µg/l, jf. tabel 4.1.

Den høje koncentration af RDX indikerer, at der ikke sker væsentlig nedbrydning af RDX i det terrænnære grundvand. Forureningen med RDX er således ikke afgrænset i grundvandet inden for 100 m fra trotylstøberiet.

TNT og TNT's nedbrydningsprodukter

Forureningsfanen med TNT og TNT's nedbrydningsprodukter er derimod stærkt aftagende i boringstracéet 100 m nedstrøms for trotylstøberiet.

Indholdet af TNT i borerne 100 m nedstrøms trotylstøberiet overskrider således ikke det opstillede drikkevandskriterie på 1 µg/l. Der er

dog fundet indhold af nedbrydningsprodukter i toppen af grundvandsmagasinet i de centrale borer B4 og B6 på op til 5,6 µg/l. På grund af de markant aftagende koncentrationer bort fra trotylstøberiet er der i modsætning til RDX klare indikationer på nedbrydning af TNT i det terrænnære grundvand.

Ligeledes ses der ikke TNT i B2 og G21, som repræsenterer hhv. de sydlige og nordlige grænser for forureningsfanen. Der er dog fundet nogle få µg/l af TNT's nedbrydningsprodukter i G21, jf. tabel 4.1.

5.3 300 meter nedstrøms trotylstøberiet

Den overordnede grundvandsstrømningsretning i området omkring trotylstøberiet er øst-sydøst. Længere nedstrøms trotylstøberiet (ca. 300 m) er der observeret en mere syd-sydøstlig grundvandsstrømningsretning mod Elling Å, jf. potentialekort i bilag 2.

Der er i de seks nedstrømsliggende borer (B10-B15) 300 m nedstrøms trotylstøberiet ikke fundet indhold af TNT, RDX og TNT's nedbrydningsprodukter over detektionsgrænsen ved nærværende samt tidligere undersøgelse /ref. 14/.

Det vurderes på baggrund af forureningsfanens udbredelse, herunder de høje koncentrationer omkring boring B4 og B6, samt potentialeforholdene i området, at de nedstrømsliggende borer B10-B15 afgrænser forureningen fra trotylstøberiet ca. 300 m nedstrøms trotylstøberiet.

Ved et tidligere udført pumpeforsøg omkring den centrale del af forureningsfanen ved boring B4 er der konstateret en grundvandsstrømningshastighed på ca. 0,5 m/år /ref. 12/. Trotylstøberiet har været i funktion siden midten af 1950'erne /ref. 1/, hvilket giver en maksimal transporttid på 50 år for de aktuelle forureningskomponenter. Da forureningsfanen på nuværende tidspunkt er fundet ca. 100 m nedstrøms trotylstøberiet, kan det konkluderes, at transporthastigheden for forureningskomponenterne som minimum må være 2 m/år.

Ovenstående forhold indikerer således, at forureningsfanen ikke er nået ned til de nedstrømsliggende borer B10-B15 pga. den lave transporthastighed og evt. stor tilbageholdelse i grundvandsmagasinet.

Det vurderes således, at fronten af forureningsfanen er beliggende et sted mellem 100-300 meter nedstrøms trotylstøberiet.

Selvom der på nuværende tidspunkt ikke findes endelig dokumentation for, at der forekommer naturlig nedbrydning af de nævnte sprængstoffer (specielt RDX), kan det ikke afvises, at nedbrydning af forurenings-

komponenterne vil begrænse forureningsudbredelsen nedstrøms trotylstøberiet.

Det vurderes ligeledes, at fortynding (spredning/dispersion) af forureningen i grundvandsmagasinet vil begrænse forureningsudbredelsen og således styrken af forureningsfanen.

På baggrund af ovenstående kan det imidlertid ikke afvises, at forureningsfanen med tiden vil nå frem til monitoringsboringerne ca. 300 m nedstrøms trotylstøberiet (boring B10-B15).

5.4 Udenfor AMA's område

På baggrund af den konstaterede syd-sydøstlige strømningsretning samt afgrænsning af forureningen indenfor 300 m fra trotylstøberiet, vurderes forureningen ikke at udgøre en risiko for enkeltindvinderne i området.

Forureningen vurderes med den nuværende forureningsudbredelse ligeledes ikke at udgøre en risiko for Elling Å, der afvander det terrænnære grundvandsmagasin i området.

6 Referencer

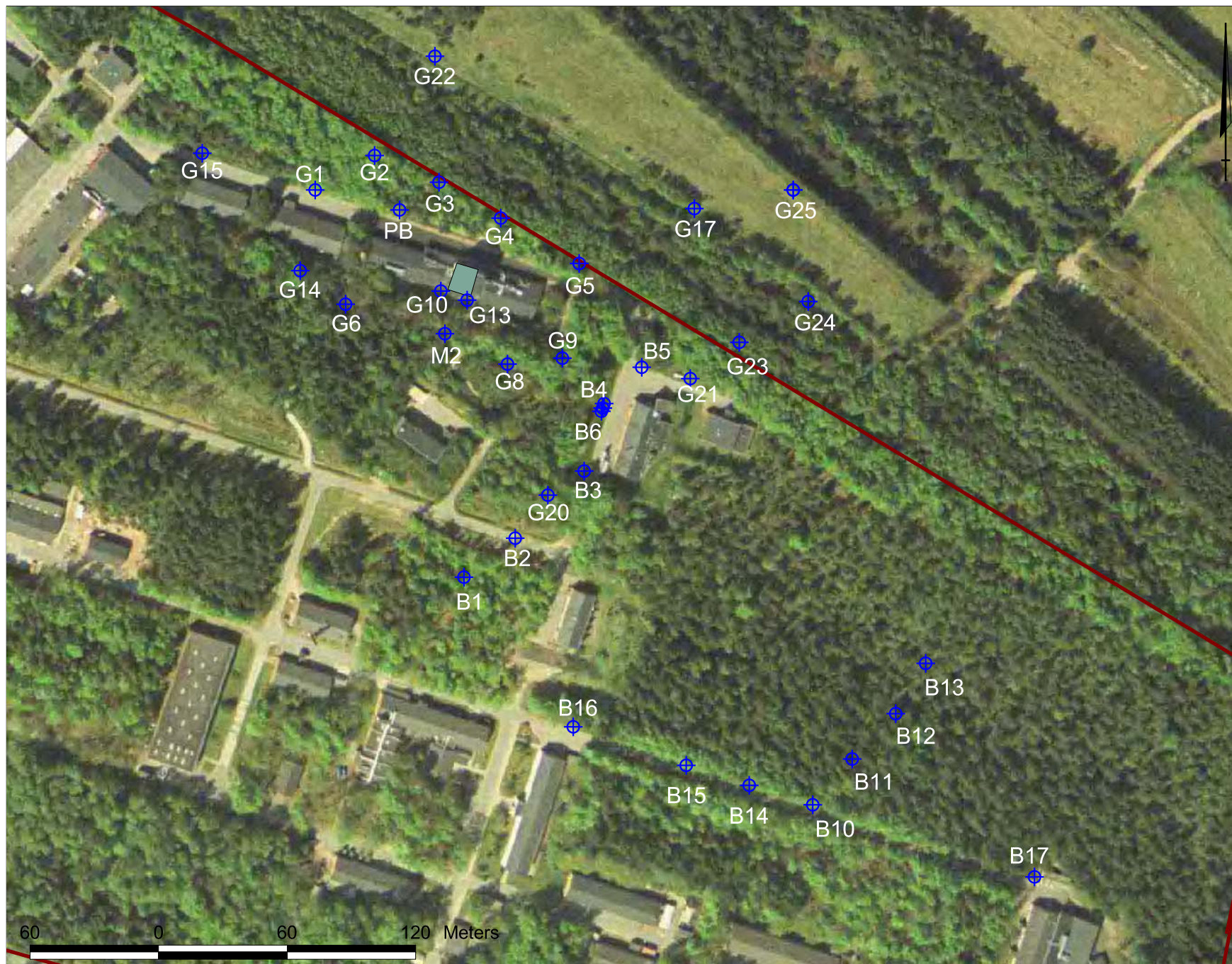
- /ref. 1/ Trotylstøberi, Elling Frederikshavn kommune. Indledende forureningsundersøgelse (rapport). Forsvarets Bygningstjeneste. Nellemann, Nielsen & Rauschenberger A/S. Februar 1997.
- /ref. 2/ 304 AMA Elling. Supplerende undersøgelser af TNT-forurening i grundvandet ved trotylstøberiet (rapport). Forsvarets Bygningstjeneste. Hedeselskabet. September 1997.
- /ref. 3/ Supplerende undersøgelse af TNT-forurening i grundvandet (rapport). 304 AMA Elling. Forsvarets Bygningstjeneste. Hedeselskabet. Juli 1998.
- /ref. 4/ 304 Ammunitionsarsenalet Elling. Afgrænsning af grundvandsforurening ved trotylstøberiet. Fase 1, fastlæggelse af grundvandets strømningsretning (rapport). Forsvarets Bygningstjeneste. NIRAS. Februar 2002.
- /ref. 5/ Liste over kvalitetskriterier i relation til forurennet jord (www.mst.dk). Maj 2003.
- /ref. 6/ Nordjyllands Amt, <http://www.gis.nja.dk>. December 2002.
- /ref. 7/ Nordjyllands Amt, GeoServer. <http://212.88.77.80/geoserver/>. December 2002.
- /ref. 8/ Frederikshavn Kommune, Teknisk Forvaltning. Email samt telefoninterview med Kirsten Haumann, 9. december 2004.
- /ref. 9/ Nordjyllands Amt. 1 meters potentialelinier. November 2002.
- /ref. 10/ Afgrænsning af grundvandsforurening ved trotylstøberiet. Forureningsafgrænsning og risikovurdering (rapport). Forsvarets Bygningstjeneste. NIRAS. Marts 2003.
- /ref. 11/ 304 AMA Elling. Revideret farlighedsvurdering for TNT og RDX (rapport). Forsvarets Bygningstjeneste. NIRAS. December 2003.
- /ref. 12/ 304 AMA Elling. Grundvandsforurening ved trotylstøberiet. Supplerende forureningsafgrænsning og risikovurdering (rapport). Forsvarets Bygningstjeneste. NIRAS. December 2003.

- /ref. 13/ 304 AMA Elling. Miljøhistorisk redegørelse (rapport). Forsvarets Bygningstjeneste. NIRAS. September 2004.
- /ref. 14/ 304 AMA Elling. Grundvandsforurening ved og nedstrøms trotylstøberiet. Supplerende forureningsafgrænsning og risikovurdering (rapport). Forsvarets Bygningstjeneste. NIRAS. December 2004.
- /ref. 15/ Frederikshavn Kommune, Teknisk Forvaltning. Email fra Kirsten Haumann, 29. august 2005.

G:\SAG\05\407.14\Rap\rap-AMA-Elling-risikovurdering2005_02_tha.doc

Bilag 1

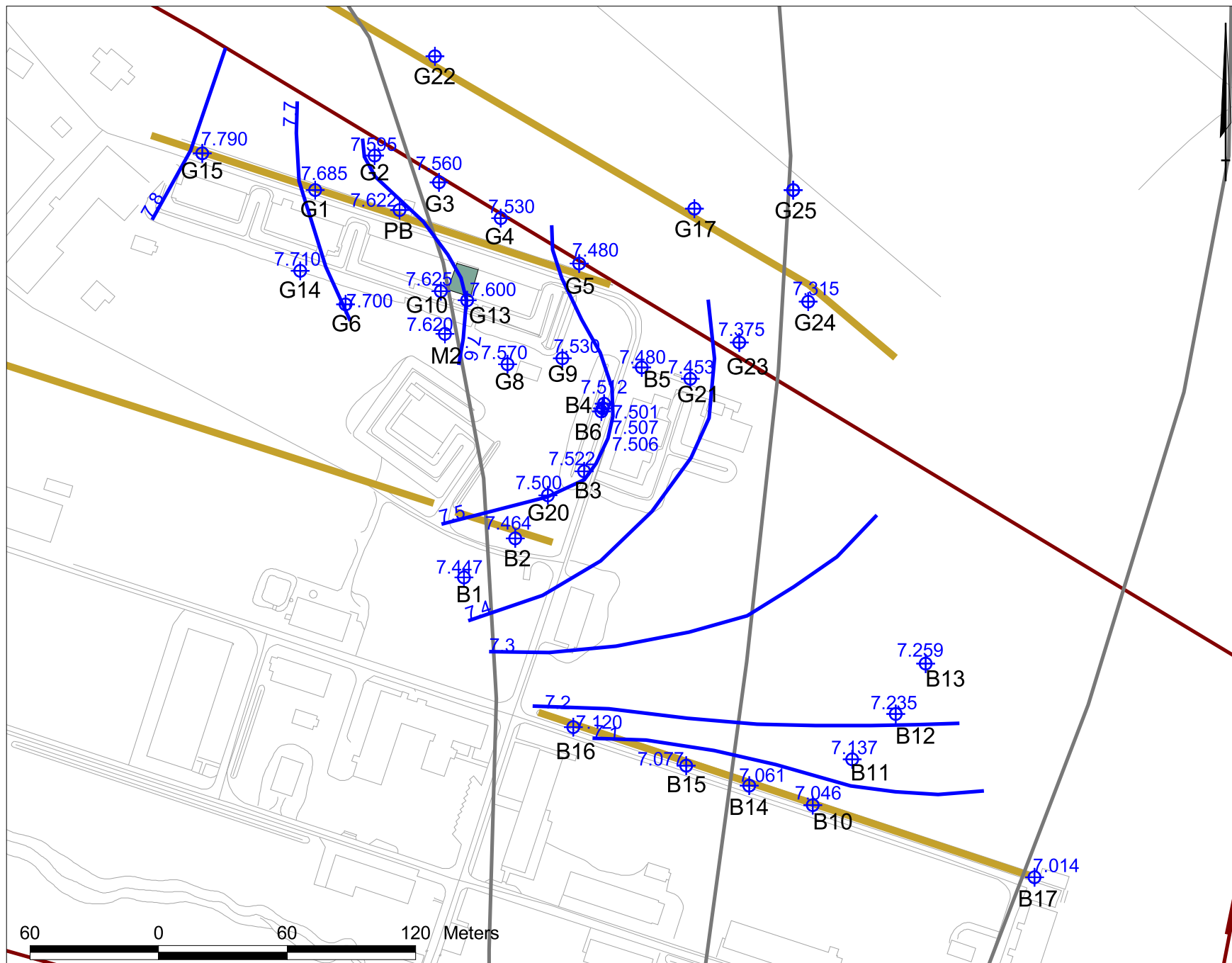
Oversigtskort med boringer



304 AMA, Elling Oversigtskort	
Bilag 1	
Oversigtskort over Frederikshavn Kommune med markering af undersøgelsesområde	
Tegnforklaring	
	Boringer
	Skel til AMA (hegn)
	Trotylstøberi (Tårnet)
Skala 1:2500	
Dato: 26.08.2005 Udført: THA Kontrol: LBM Godkendt: THa Sag nr.: 05.407.14 Fil: G:\SAG\05\407.14 Arcview\fbt_ama.apr	

Bilag 2

Potentialekort



304 AMA, Elling

Potentialekort
(04-08-2005)

Bilag 2

Oversigtskort over
Frederikshavn
Kommune
med markering af
undersøgelsesområde

Tegnforklaring

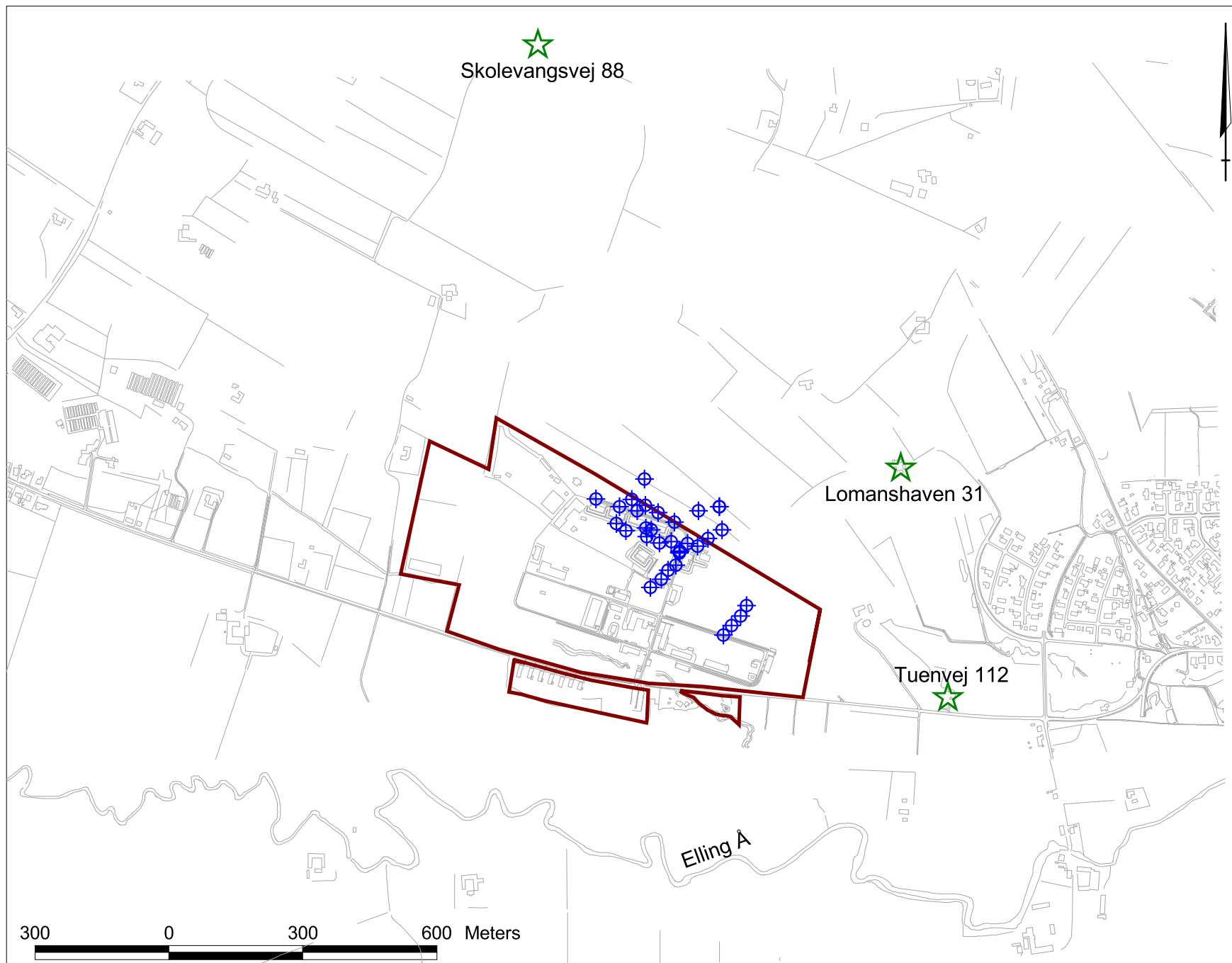
- Boringer
- Potentiale(4-8-05)
- Potentialelinier (4-8-05)
- 1 m's potentialelinier (NJA)
- Grøfter
- Skel til AMA (hegn)
- Trostøstøberi (Tårnet)

Skala 1:2500

Dato: 31.10.2005
Udført: THA
Kontrol: LBM
Godkendt: THA
Sag nr.: 05.407.14
Fil: G:\SAG\05\407.14\
Arcview\fbt_ama.apr

Bilag 3

Oversigtskort, enkeltindvindere



304 AMA, Elling

Oversigtskort
Enkeltindvindere

Bilag 3

Oversigtskort over
Frederikshavn
Kommune
med markering af
undersøgelsesområde



Tegnforklaring

- ☆ Enkeltindvindere
- ⊕ Boringer
- ▲ Skel til AMA (hegn)
- Trotylstøberi (Tårnet)

Skala 1:12000

Dato: 20.12.2004
Udført: THA
Kontrol: LBM
Godkendt: THa
Sag nr.: 04.413.14
Fil: G:\SAG\04\413.14\
Arcview_NY\fbt_ama_tha.apr

NIRAS

Rådgivende Ingeniører
og planlæggere A/S

K. Sørensen & Søn A/S
v/ Jørgen Sørensen
Sjællandsvej 10
9900 Frederikshavn

Dato	Modtaget GEUS d.	Boring B14
25-07-05		
Brøndbore jour. Nr.	Prøver modtaget GEUS d.	DGU ark. Nr.

[illegible]

K. Sørensen & Søn A/S
v/ Jørgen Sørensen
Sjællandsvej 10
9900 Frederikshavn

Dato	Modtaget GEUS d.	Boring B15
25-07-05		
Brøndbore jour. Nr.	Prøver modtaget GEUS d.	DGU ark. Nr.

[illegible]

Bilag 5

Vandprøvetagnings-, pejle- og nivelleringskemaer

VANDPRØVETAGNING

NIRAS

SIDE 1 AF 2

Sagsnavn:	FBT: AMA, Elling	Sags nr.:	05.407.14
Sagsleder:	THa	Dato:	04-08-05
Rekvirentens navn:	NIRAS	Prøvetager:	THa
Rekvirentens adresse:	NIRAS		

UNDERSØGELSESFORMÅL

Undersøgelsesformål:	Monitorin	Pumpevalg:	Whale
Analyseparametre:	TUT, RDX + Nedbrydningsprodukter	Slangevalg:	PE

UDSTYR

Boring	Pejl		Pumpe		Slange		Bemærkninger
	V-boring-filter-a,b,...	Udstyrsnummer	Sidst anvendt i boring nr.	Udstyrsnummer	Sidst anvendt i boring nr.	Materiale	
V-B10-1-a	3.15.21	—	—	—	—	—	klart, lugt
V-B14-1-a	—	B10	—	—	—	—	
V-B15-1-a	—	B14	—	—	—	—	
V-B11-1-a	—	B15	—	—	—	—	klart, lugt
V-B12-1-a	—	B11	—	—	—	—	
V-B13-1-a	—	B12	—	—	—	—	

VANDPRØVE

Boring	Vandprøve			Bemærkninger		
	V-boring-filter-a,b,...	Dimension (mm)	Rovandspejl (m u.MP)	Forpumpning (liter)	Tidspunkt	Prøvemængde (liter)
V-B10-1-a	63	1,357	518	11:35	1	klart, 1/2 lugt
V-B14-1-a	63	1,470	671	13:00	1	klart, 1/2 lugt.
V-B15-1-a	63	1,432	327	13:30	1	klart, 1/2 lugt.
V-B11-1-a	63	2,917	273	12:00	1	klart, 1/2 lugt.
V-B12-1-a	63	2,837	365	12:22	1	klart, 1/2 lugt.
V-B13-1-a	63	2,835	458	12:42	1	klart, 1/2 lugt.

ANALYSE

Laboratorium:	Europa	Rekvistion udfyldt:	ja ☒
Kontaktperson:			nej ☐

VANDPRØVETAGNING

NIRAS

SIDE 2 AF 2

Sagsnavn:	FBT: AMA, Elling	Sags nr.:	05.407.14
Sagsleder:	THa	Dato:	04-08-05
Rekvirentens navn:	NIRAS	Prøvetager:	THa
Rekvirentens adresse:	NIRAS		

FELTMÅLING

Boring V-boring-filter-a,b,...	Vand- spejl (m u.MP)	Tid (Start/min)	Flow (l/min.)	Lednings- evne (mS/cm)	Tempe- ratur (°C)	Feltmåling Redox (mV)	pH	lit (mg/l)	Bemærkninger
V-B10-1-a		10:00	14/11 sek.						
		11:20		0,335	8,6	-	-	0,22	
		11:35		0,340	8,6	-	-	0,22	Prøve udtaget
V-B14-1-a		10:12	14/11 sek.						(Stopet ca. 45 min pga. batteri)
		12:48		0,430	8,6	-	-	0,31	
		13:00		0,430	8,6	-	-	0,17	Prøve udtaget.
V-B11-1-a		10:25	14/11 sek.						(Stopet ca. 45 min pga. batteri)
		11:40		0,324	8,1	-	-	0,39	
		11:50		0,324	8,1	-	-	0,20	
		12:00		0,324	8,1	-	-	0,19	Prøve udtaget
V-B12-1-a		10:30	14/13 sek.						(Stopet ca. 45 min pga. batteri)
		12:05		0,380	8,0	-	-	0,30	
		12:22		0,391	7,9	-	-	0,18	Prøve udtaget.
V-B13-1-a		10:33	14/13 sek.						(Stopet ca. 45 min pga. batteri)
		12:25		0,296	8,1	-	-	0,23	
		12:42		0,290	8,1	-	-	0,19	Prøve udtaget.

NIRAS

Sagsnavn:	FBT: AMA, Elling	Sags nr.:	05.407.14
Sagsleder:	THa	Dato:	04-08-05
Rekvirentens navn:	NIRAS	Prøvetager:	THa
Rekvirentens adresse:	NIRAS		

[illegible]

PEJLESKEMA FOR BORINGER

SAG : FBT: AMA, Elling					Pejledato: 4-8-05
LOKALITET: AMA Elling					Pejl nr.: 3.15.21
UDFØRT AF: J. THA					Sagsnr. : 05.407.14
BORING	Kl.	A Pejlekote (m)	B Vandstand u. pejlepunkt (m)	C Korrigeret trykkniveau (A-B) (m)	Bemærkninger
B12			2,837		
B11			2,917		
B10			1,357		
B14			1,470		
B15			1,432		
B13			2,835		
B16			1,505		
B17			1,360		
B1			1,820		
B2			2,385		
B3			2,568		
B4			2,647		
B5			1,965		
B6.13			2,385		b=5 mnt, (ø125)
B6.21			2,360		b=9 mnt (ø63)
B6.32			2,415		b=6,0 mnt (ø63)
G1			1,675		
G2			1,715		
G3			1,630		
G4			1,490		
G5			1,270		
NIRAS - KOMMENTARER/VURDEINGER/ANBEFALINGER					b=5 mnt = 2,385 m
Pejlepunkt = højeste/markeret punkt på pejlerør					

G:\SAG\05\407.14\Tilsyn\Alle skemaer_tha.xls\input

NIRAS

Rådgivende Ingeniører
og planlæggere A/S
Tilsøttet F.R.I.

NIRAS
Vestre Havnepromenade 9
DK-9000 Aalborg

Telefon 9630 6400
Telefax 9630 6474
E-mail niras@niras.dk

PEJLESKEMA FOR BORINGER

[illegible]

G:\SAG\05\407.14\Tilsyn\[Alle skemaer tha.xls]Input

NIVELLERING

SAG : FBT: AMA, Elling

Sagsnr.: 05.407.14

Dato: 4-8-05
Init./Tilsyn: TNA.

LOKALITET : AMA Elling

Init./Tilsyn:

Dato	Punkt	Sted / bemærkninger	Aflæsning	Sigteplan	Kote	Højde/ dybde
4/8-05.	B10	Opst. 1. Bund på studie mangle!	290,01		8,403	
	B17		292,9		8,374	
	B10	Opst 2	293,25		8,403	
	B14		280,45		8,531	
	B15		282,70		8,5085	
	B15	Opst 3	286,05		8,5085	
	B16		274,40		8,625	

G:\SAG\05\407.14\Tilsyn\Alle skemaer tha.xls\input

NIRAS

Rådgivende ingeniører
og planlæggere A/S
Tilsluttet F.R.I.

NIRAS
Vestre Havnepromenade 9
DK-9000 Aalborg

Telefon 9630 6400
Telefax 9630 6474
E-mail niras@niras.dk

AMA, Elling - Pejleskema

Sagsnr.: 01.537.02 03.183.14 04.413.14 05.407.14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Bilag 6

Analyseblanketter

NIRAS

Vestre Havnepromenade 9
9100 Aalborg (postboks)

Att.: Torben Haudrup

Registrernr.: 555523

Kundenr.: 81273

Ordrenr.: 425833

Sagsnr.: 05.407.14

Modt. dato: 2005.08.04

Sidenr.: 1 af 2

ANALYSERAPPORT

Rekvirent.....: NIRAS
Vestre Havnepromenade 9, 9100 Aalborg (postboks)
Prøvested.....:
Prøvetype.....: Grundvand
Prøveudtagning...:
Prøvetager.....: Rekvirenten
Kundeoplysninger.:
Analyseperiode...: 2005.08.04 - 2005.08.19

Prøvemærke: V-B10-1-a V-B11-1-a V-B12-1-a V-B13-1-a Enheder					Detekt. grænse	Metoder	RSD (%)
Nitroaromater							
2-amino-4,6-dinitrotoluen	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10 µg/l	0.10	MK8260-LC/MS	15
4-amino-2,6-dinitrotoluen	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10 µg/l	0.10	MK8260-LC/MS	15
2,4-dinitrotoluen	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10 µg/l	0.10	MK8260-LC/MS	15
1,3,5-trinitrobenzen	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20 µg/l	0.20	MK8260-LC/MS	15
2,4,6-trinitrotoluen (TNT)	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10 µg/l	0.10	MK8260-LC/MS	15

Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.

< : mindre end. i.p.: ikke påvist.

> : større end. i.m.: ikke målelig.

: ingen af parametrene er påvist.

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

NIRAS

Vestre Havnepromenade 9
9100 Aalborg (postboks)

Att.: Torben Haudrup

Registrernr.: 555523

Kundenr.: 81273

Ordrenr.: 425833

Sagsnr.: 05.407.14

Modt. dato: 2005.08.04

Sidenr.: 2 af 2

ANALYSERAPPORT

Rekvirent.....: NIRAS
Vestre Havnepromenade 9, 9100 Aalborg (postboks)
Prøvested.....:
Prøvetype.....: Grundvand
Prøveudtagning...:
Prøvetager.....: Rekvirenten
Kundeoplysninger.:
Analyseperiode...: 2005.08.04 - 2005.08.19

Prøvemærke: V-B14-1-a V-B15-1-a			Enheder	Detekt. grænse	Metoder	RSD (%)
Nitroaromater						
2-amino-4,6-dinitrotoluen	<0.10	<0.10	µg/l	0.10	MK8260-LC/MS	15
4-amino-2,6-dinitrotoluen	<0.10	<0.10	µg/l	0.10	MK8260-LC/MS	15
2,4-dinitrotoluen	<0.10	<0.10	µg/l	0.10	MK8260-LC/MS	15
1,3,5-trinitrobenzen	<0.20	<0.20	µg/l	0.20	MK8260-LC/MS	15
2,4,6-trinitrotoluen (TNT)	<0.10	<0.10	µg/l	0.10	MK8260-LC/MS	15

Analysekommentarer:

Prøverne er tillige analyseret for indhold af hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazin (RDX) ved en modifikation (LC-UV) af metode MK-8260. Detektionsgrænse er 2 µg/l. Fundet indhold:

Prøvemærkning	Indhold af RDX, µg/l
V-B10-1-a	< 2
V-B11-1-a	< 2
V-B12-1-a	< 2
V-B13-1-a	< 2
V-B14-1-a	< 2
V-B15-1-a	< 2

Tegnforklaring:

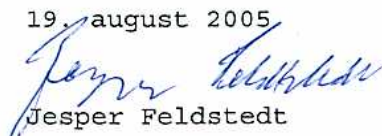
RSD : Relativ Analyseusikkerhed.

< : mindre end. i.p.: ikke påvist.

> : større end. i.m.: ikke målelig.

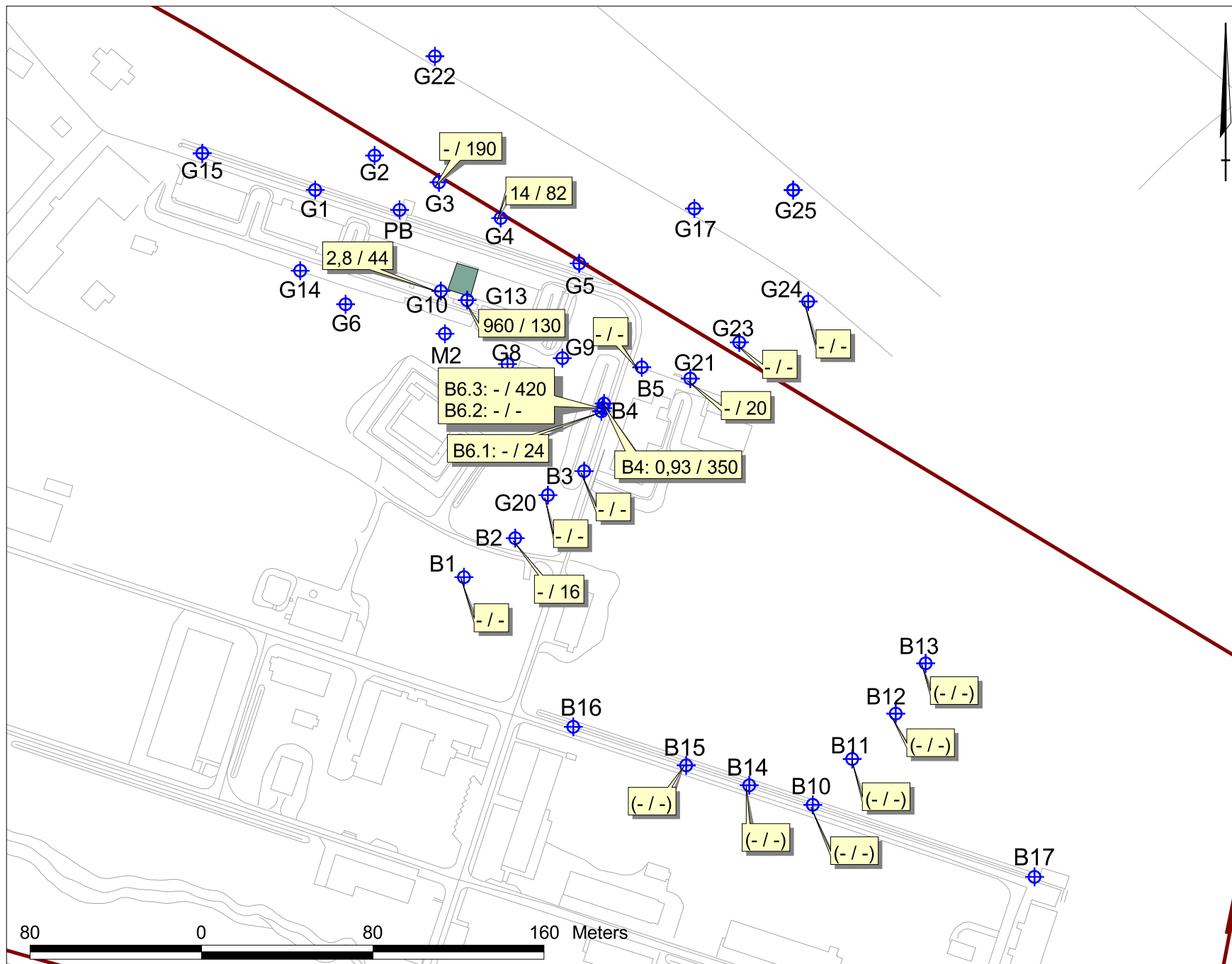
: ingen af parametrene er påvist.

19. august 2005


Jesper Feldstedt

Bilag 7

Oversigtskort, koncentrationer af TNT og RDX i grundvand



304 AMA, Elling

Oversigtskort
Koncentrationer af
TNT og RDX
i grundvand

Bilag 7

Oversigtskort over
Frederikshavn
Kommune
med markering af
undersøgelsesområde



Tegnforklaring

- Boringer
- Skel til AMA (hegn)
- Trotylstøberi (Tårnet)

56 / 130: TNT/RDX [µg/l]
Tidligere undersøgelser
(maks. koncentration)

(- / 23): TNT/RDX [µg/l]
4. august 2005

Skala 1:2500

Dato: 02.11.2005
Udført: THA
Kontrol: LBM
Godkendt: THA
Sag nr.: 05.407.14
Fil: G:\SAG\05407.14\
Arcview\fbt_ama.apr