



December 2004

Grundvandsforurening ved og nedstrøms tro- tylstøberiet

Supplerende forureningsafgræns-
ning og risikovurdering

304 Ammunitionsarsenalet Elling

INDHOLDSFORTEGNELSE

1	INDLEDNING	1
1.1	Baggrund for undersøgelsen	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 OG RISIKOVURDERING	11
5.1	Ved trotylstøberiet.....	11
5.2	100 meter nedstrøms trotylstøberiet.....	12
5.3	300 meter nedstrøms trotylstøberiet.....	13
6	ANBEFALINGER.....	14
7	REFERENCER.....	15

BILAGSFORTEGNELSE

Bilag 1	Oversigtskort med boringer.
Bilag 2	Potentialekort.
Bilag 3	Oversigtskort, enkeltindvindere.
Bilag 4	Borejournaler.
Bilag 5	Vandprøvetagnings- og pejleskemaer.
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 ved trotylstøberiet hos Ammunitionsarsenalet (AMA) i Elling. Rapporten indeholder ligeledes en risikovurdering i forhold til grundvandsressourcen og de nærmest liggende enkeltindvindinger.

Et oversigtskort med undersøgelsesområdet ved trotylstøberiet fremgår af bilag 1.

1.1 Baggrund for undersøgelsen

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, 10 og 12/.

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 /ref. 1/.

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

Efterfølgende er der i marts 2003 og december 2003 udført undersøgelser til afgrænsning og kvantificering af grundvandsforureningen ca. 100 m nedstrøms trotylstøberiet /ref. 10 og 12/.

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 /ref. 12/.

Det kan på denne baggrund ikke afvises, at RDX-forureningen på længere sigt kan spredes nedstrøms Ammunitionsarsenalets område og dermed udgøre en risiko for grundvandsressourcen.

FBT ønsker i denne forbindelse at kortlægge og monitere den tidligere konstaterede grundvandsforurening yderligere ca. 300 m nedstrøms trotylstøberiet 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:

- eftervise de tidligere konstaterede potentialeforhold i området.
- eftervise de tidligere konstaterede forureningskoncentrationer 100 meter nedstrøms trotylstøberiet.
- dokumentere forureningsudbredelsen nedstrøms trotylstøberiet, ved etablering og efterfølgende vandprøvetagning fra et boringstracee ca. 300 m nedstrøms trotylstøberiet.
- undersøge indvindingsforholdene for de nærmeste relevante enkelt-indvindere 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 nye borer B10-B13 ca. 300 m nedstrøms trotylstøberiet truffet gulligt sand fra terræn til ca. 3 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 og 2,5 m u.t. svarende til ca. kote 7-8,5 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 et 3-5 m tykt lag af yoldialer. Det sekundære grundvandsmagasin er beliggende fra ca. 2-9 m u.t. /ref. 3/.

Vurderet ud fra potentialekort fra Nordjyllands Amt er den overordnede grundvandsstrømningsretning i området omkring AMA østsydøst mod Elling Å /ref. 9/. Nordjyllands Amts 1 meters potentialelinier 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 15. november 2004 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 ved de nyetablerede boringer (B10-B13) er en mere sydøstlig strømningsretning mod Elling Å, jf. bilag 3.

Den konstaterede sydøstlige strømningsretning 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/.

I en radius af halvdelen kilometer omkring AMA er der på nuværende tidspunkt registreret tre enkeltindvindere beliggende Skolevangsvej 88, Lomanshaven 31 og Tuenvvej 112, hvor sidstnævnte er beliggende ca. 800 m nedstrøms 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 nitratindehold. Drikkevandsprøven er ikke analyseret for miljøfremmede forureningskomponenter.

Den nærmeste enkeltindvinding er beliggende **Tuenvvej 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

Baseret på de tidligere udførte undersøgelser er der med henblik på at dokumentere forureningsudbredelsen ca. 300 m nedstrøms trotylstøberiet etableret 4 nye monitoringsboringer vinkelret på strømningsretningen.

Boringerne er placeret på baggrund af den forventede grundvandsstrømningsretning vurderet ud fra de tidligere undersøgelser /ref. 12/.

Boringerne, der er benævnt B10-B13, er udført den 3.-5. november 2004, 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. 3 m u.t. og herefter som tørboringer med sandspand og er ført til overkant ler i en dybde af ca. 7-8 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. ½ m over top af filterrør efterfulgt af 1 m bentonit og herefter borefyldt til terræn. Boring B10 er afsluttet med cementbrøndrør med tilhørende låg, mens boring B11-B13 er afsluttet med fritstående PEH-blindrør til ca. 0,7 m over terræn.

Borearbejdet er udført af boreentreprenør K. Sørensen & Søn A/S. Der er ikke udtaget jordprøver til analyse i forbindelse med borearbejdet. Efter endt borearbejde er alle boringerne grovrenpumpet af boreentreprenøren.

Efter etablering af boringerne B10-B13 er disse den 15. november 2004 nivelleret i forhold til de øvrige pejleboringer i området.

3.2 Vandprøvetagning

Til verificering af de maksimale koncentrationer konstateret ved den sidste prøvetagningsrunde er der udtaget vandprøver fra boring B4 samt B6.3 (filter 3). Med henblik på vertikal afgrænsning i forureningsfanen er der ligeledes udtaget en vandprøve fra det dybeste filter i boring B6

(B6.1). Der er ligeledes udtaget vandprøver fra de nyetablerede boringer B10-B13.

Samtlige vandprøver er udtaget den 15. november 2004. 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, redox, pH, ledningsevne og temperatur under forpumpningen. Da grundvandstilstrømningen til det dybeste filter i boring B6 er meget begrænset, er vandprøven udtaget efter renpumpning af filteret 3 gange.

Forløbet af vandprøvetagningen fremgår af vandprøvetagningsskemaer i bilag 5.

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

Det har tilsvarende ikke været muligt at få sænket detektionsgrænsen for RDX til under 5 µg/l, hvilket skyldes, at identifikationssikkerheden er væsentlig mindre ved bestemmelsen af RDX end de øvrige parametre. 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 15. november 2004 fremgår af bilag 6.

Analyseresultaterne 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	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	-
		15/11-04	-	260	-	2,0	3,5	0,11
B5	1,4-3,4	2/7-02	-	-	-	-	-	-
G20	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	-	-	-	-	-	-
B11	4,9-7,9	15/11-04	-	-	-	-	-	-
B12	4,5-7,5	15/11-04	-	-	-	-	-	-
B13	4,4-7,4	15/11-04	-	-	-	-	-	-

* 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.

5 Forureningstilstand og risikovurdering

I det efterfølgende er forureningstilstand samt risikovurdering over for grundvandsressourcen ved trotylstøberiet samt 100 og 300 meter nedstrøms trotylstøberiet beskrevet. Der er efterfølgende opstillet anbefalinger til supplerende aktiviteter.

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 ved tidligere samt denne undersøgelse 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 er 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 $\mu\text{g/l}$ af henholdsvis TNT og RDX /ref. 1/.

Imidlertid er der i G3 fundet 190 $\mu\text{g/l}$ RDX, men ingen TNT og kun lave indhold af TNT's nedbrydningsprodukter (ca. 5 $\mu\text{g/l}$). 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.

Det tidligere konstaterede indhold af TNT, RDX og TNT's nedbrydningsprodukter i boring B4 og B6.3 er ved denne undersøgelse eftervist, jf. tabel 4.1.

RDX

Der er ved de to analyserunder konstateret RDX i B4 og B6.3 på hhv. 260-350 og 240-420 $\mu\text{g/l}$, hvilket er en overskridelse af det opstillede drikkevandskriterie for RDX på op til en faktor 1.200. 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 $\mu\text{g/l}$, jf. tabel 4.1.

Der er ved denne undersøgelse ligeledes konstateret RDX i det nederste filter 8-9 m u.t. i boring B6 (B6.1) på 24 $\mu\text{g/l}$, 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 ved de tidligere undersøgelser ikke konstateret RDX i det mellemste filter (B6.2) over detektionsgrænsen.

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

På grund af den minimale nedbrydning af RDX kan det ikke afvises, at forureningen på længere sigt kan spredes nedstrøms Ammunitionsarsenalets område.

TNT og TNT's nedbrydningsprodukter

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

Indholdet af TNT i boringerne 100 m nedstrøms trotylstøberiet overskrider således ikke det opstillede drikkevandskriterie på 1 µg/l. Der er fundet et indhold af nedbrydningsprodukter 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, mens der længere nedstrøms trotylstøberiet (ca. 300 m) er observeret en mere sydøstlig grundvandsstrømningsretning, jf. potentialekort i bilag 2.

Der er i de 4 nyetablerede boringer (B10-B13) 300 m nedstrøms trotylstøberiet ikke fundet indhold af TNT, RDX og TNT's nedbrydningsprodukter over detektionsgrænsen, jf. tabel 4.1.

Ovenstående forhold indikerer, at forureningsfanen enten ikke er nået ned til de nedstrømsliggende boringer eller at forureningsfanen ikke bliver fanget af de nedstrømsliggende boringer B10-B13. Det kan ligeledes ikke afvises, at forureningen kan være nedbrudt 300 meter nedstrøms trotylstøberiet.

6 Anbefalinger

En endelig risikovurdering over for grundvandsressourcen og enkeltindvindere i området er afhængig af, at forureningsfanens udbredelse er endeligt afgrænset.

De nuværende potentialeforhold indikerer en mere sydøstlig strømningsretning nedstrøms trotylstøberiet, hvilket stemmer overens med at Elling Å afvander det terrænnære grundvandsmagasin i området.

Den mere sydøstlige strømningsretning indikerer således, at der er en risiko for at forureningsfanen ikke bliver fanget af de nedstrømsliggende borer B10-B13.

Med henblik på at afgrænse eller lokalisere forureningsfronten nedstrøms trotylstøberiet anbefales det således, at der etableres 2 borer umiddelbart vest for boring B10 til afskæring af forureningsfanen.

Det anbefales ligeledes, at der udføres 2 pejleboringer i området til eftervisning og underbyggelse af de observerede potentialeforhold. Der udføres i denne forbindelse en ny pejlerunde i samtlige tilgængelige pejleboringer.

Det anbefales fortsat at undersøge muligheden for at opnå en acceptabel detektionsgrænse for RDX til under det opstillede accepkriterium på 0,35 µg/l.

7 Referencer

- /ref. 1/ Trotylstøberi, Elling Frederikshavn kommune. Indledende forureningsundersøgelse (rapport). Forsvarets Bygningstjeneste. Nellesmann, 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.

G:\SAG\04\413.14\Rap\rap-AMA-Elling-risikovurdering04_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)

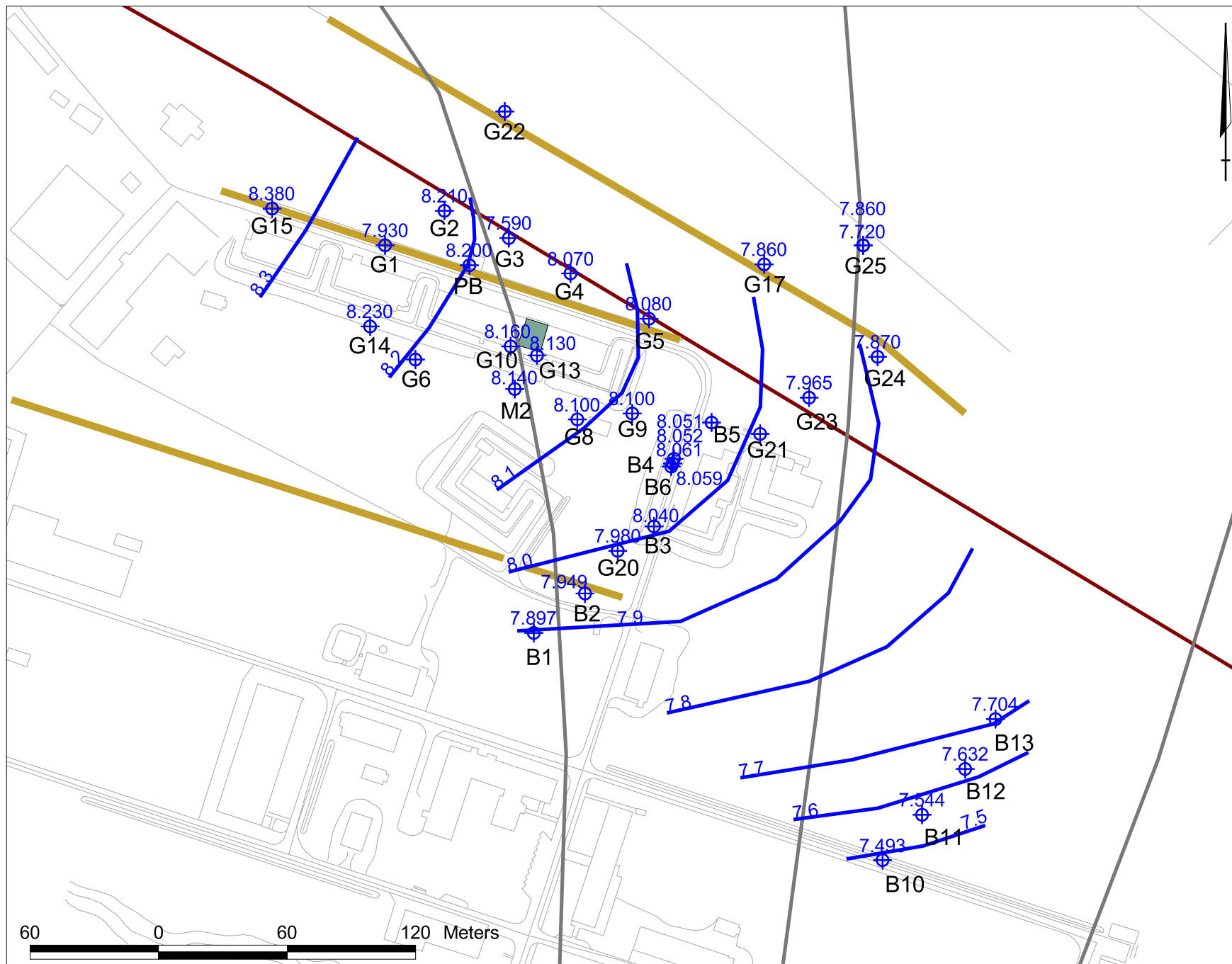
Skala 1:2500

Dato: 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

Bilag 2

Potentialekort



304 AMA, Elling

Potentialekort
(15-11-2004)

Bilag 2

Oversigtskort over
Frederikshavn
Kommune
med markering af
undersøgelsesområde



Tegnforklaring

- Boringer
- Potentiale(15-11-04)
- Potentialelinier
- 1 m's potentialelinier (NJA)
- Grøfter
- Skel til AMA (hegn)
- Trotylstøberi (Tårnet)

Skala 1:2500

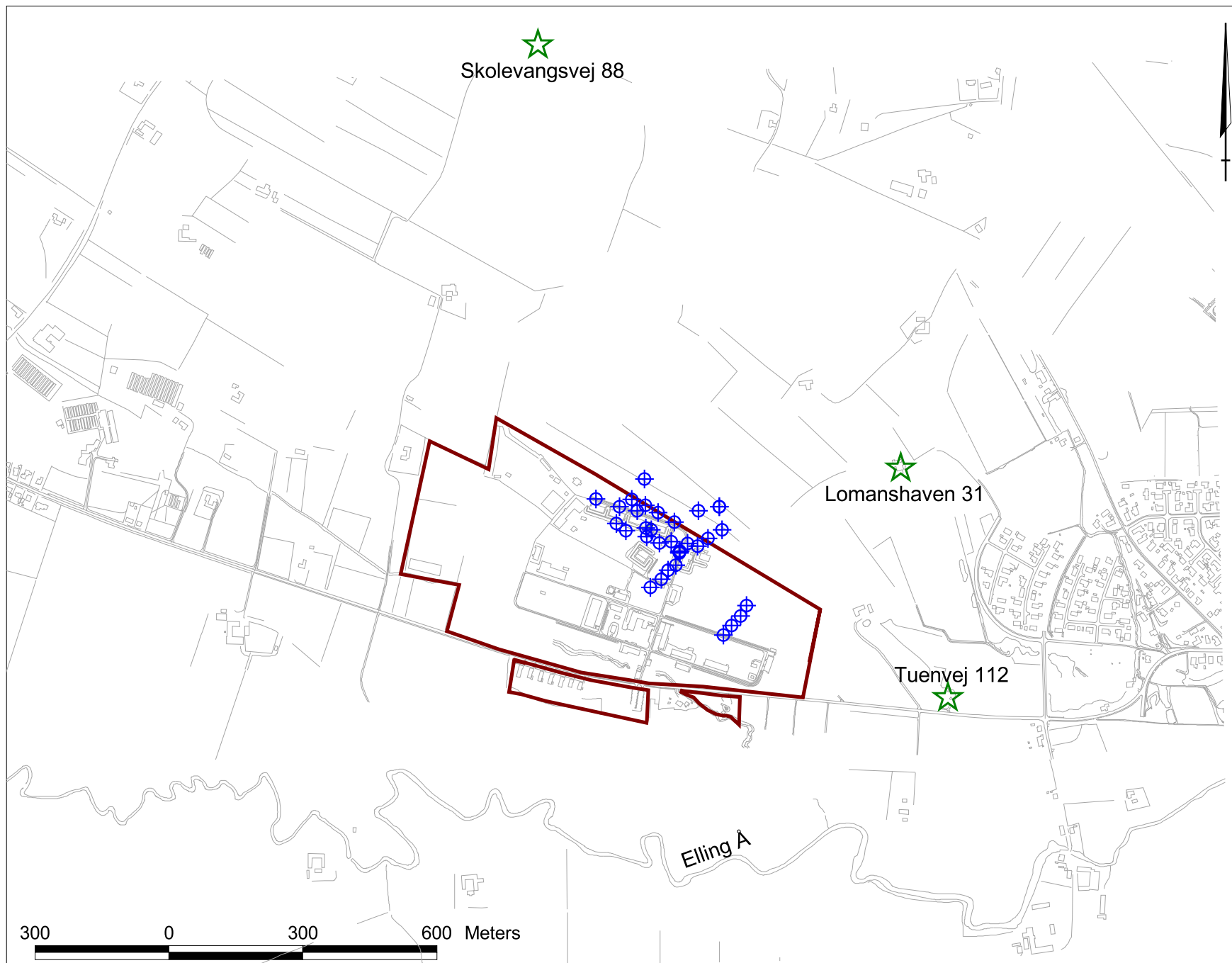
Dato: 20.12.2004
Udført: THA
Kontrol: LBM
Godkendt: THA
Sag nr.: 04.413.14
Fil: G:\SAG\04\413.14\
Arcview_NY\fbt_ama_tha.apr

NIRAS

Rådgivende Ingeniører
og planlæggere A/S

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.	
11-11-04		
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.	
11-11-04		
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.	
11-11-04		
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.	
11-11-04		
Brøndbore jour. Nr.	Prøver modtaget GEUS d.	DGU ark. Nr.

[illegible]

Bilag 5

Vandprøvetagnings- og pejleskemaer

VANDPRØVETAGNING

NIRAS

SIDE 1 AF 2

Sagsnavn:	FBT: AMA, Elling	Sags nr.:	04.413.14
Sagsleder:	THa	Dato:	15-11-04
Rekvirentens navn:	NIRAS	Prøvetager:	LMA/MBA
Rekvirentens adresse:	NIRAS		

UNDERSØGELSESMÅL

Undersøgelsesformål:	<i>montering</i>	Pumpevalg:	<i>Whale</i>
Analyseparametre:	<i>TNT + nedb. + BDX</i>	Slangevalg:	<i>PE</i>

UDSTYR

Boring	Pejl		Pumpe		Slange		Bemærkninger
	Udstyrsnummer	Sidst anvendt i boring nr.	Udstyrsnummer	Sidst anvendt i boring nr.	Materiale	Sidst anvendt i boring nr.	
V-B4-1-a	-	-	-	-	PE	-	Egen pumpe + slange.
V-B6-3-a	-	-	-	-	PE	-	do
V-B6-1-a	-	-	-	-	PE	-	do
V-B13-1-a	-	-	-	-	PE	-	do

VANDPRØVE

Boring			Vandprøve			Bemærkninger
V-boring-filter-a,b,...	Dimension (mm)	Rovandspejl (m u.MP)	Forpumpning (liter)	Tidspunkt	Prøvemængde (liter)	
V-B4-1-a	63		150	10 ³⁵	2	Klar, ser gul / i lugt
V-B6-3-a	63		215	10 ⁵⁵	2	Klar, ser gul / i lugt
V-B6-1-a	63		-	13 ¹⁰	2	klar, kronisk i lugt
V-B13-1-a	63		190	12 ¹³	2	Klar, i farve og lugt

ANALYSE

Laboratorium:	<i>E. udførelse</i>	Rekvistion udfyldt:	ja ☒
Kontaktperson:			nej ☐

VANDPRØVETAGNING

NIRAS

SIDE 2 AF 2

Sagsnavn:	FBT: AMA, Elling	Sags nr.:	04.413.14
Sagsleder:	THa	Dato:	15-11-04
Rekvirentens navn:	NIRAS	Prøvetager:	LMA/MBA
Rekvirentens adresse:	NIRAS		

FELTMÅLING

Boring	Vand- spejl (m u.MP)	Tid (Start/min)	Flow (l/min.)	Lednings- evne (µS/cm)	Tempe- ratur (°C)	Redox (mV)	pH	Ilt (mg/l)	Bemærkninger
V-B4-1a									
		10 ⁰⁵	5						For pumpstart
		10 ²⁶		181	12,0	184	5,31	0,83	
		10 ³¹		173	11,9	192	5,32	0,83	
		10 ³⁵		170	11,9	196	5,33	0,86	prøve udtaget
V-B6-3a		10 ¹²	5						For pumpstart
		10 ⁴¹		228	12,0	174	5,94	1,47	
		10 ⁵⁰		221	12,0	164	5,93	1,53	
		10 ⁵⁵		217	12,0	165	5,91	1,57	prøve udtaget
V-B6-1a		10 ¹⁵							Tørret 1. gang
		10 ²⁸							" 2 "
		10 ⁵²							" 3 "
		13 ¹⁰							prøve udtaget
V-B3-1a		11 ³⁵	5						For pumpstart
		12 ⁰²		256	8,7	-120	6,92	0,43	
		12 ⁰⁶		254	8,7	130	6,44	0,39	
		12 ¹³		253	8,7	-135	6,45	0,37	prøve udtaget

VANDPRØVETAGNING

NIRAS

SIDE 1 AF 2

Sagsnavn:	FBT: AMA, Elling	Sags nr.:	04.413.14
Sagsleder:	THa	Dato:	15-11-04
Rekvirentens navn:	NIRAS	Prøvetager:	LMA/MBA
Rekvirentens adresse:	NIRAS		

UNDERSØGELSESMÅL

Undersøgelsesformål:	Monitering	Pumpevalg:	Whale
Analyseparametre:	TNT + nedb. + RDX	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-B12-1-a	—	—	—	—	PE	—	Egen pumpe
V-B11-1-a	—	—	—	—	PE	—	do
V-B10-1-a	—	—	—	—	PE	—	do

VANDPRØVE

Boring			Vandprøve			Bemærkninger
V-boring-filter-a,b,...	Dimension (mm)	Rovandspejl (m u.MP)	Forpumpning (liter)	Tidspunkt	Prøvemængde (liter)	
V-B12-1-a	63		255	12 ³⁶	2	uhlar, grålig / svag H ₂ S-lugt
V-B11-1-a	63		265	12 ⁴⁵	2	Klar, svag H ₂ S-lugt
V-B10-1-a	63		248	13 ⁰²	2	Klar, svag H ₂ S-lugt

ANALYSE

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

VANDPRØVETAGNING

NIRAS

SIDE 2 AF 2

Sagsnavn:	FBT: AMA, Elling	Sags nr.:	04.413.14
Sagsleder:	THa	Dato:	15-11-04
Rekvirentens navn:	NIRAS	Prøvetager:	LMA/MBA
Rekvirentens adresse:	NIRAS		

FELTMÅLING

Boring V-boring-filter-a,b,...	Vand- spejl (m u.MP)	Tid (Start/min)	Flow (l/min.)	Lednings- eyne (µS/cm)	Tempe- ratur (°C)	Feltmåling			Bemærkninger
						Redox (mV)	pH	Ilt (mg/l)	
V-B12Hc		1145	5						For pumpstart
		1230		302	4,5	-144	7,29	0,32	
		1233		302	4,6	-146	7,29	0,31	
		1236		302	4,5	-147	7,29	0,31	prøve udtag
V-B11Ha		1152	5						For pumpstart
		1240		251	4,7	-146	6,49	0,30	
		1245		250	4,7	-147	6,44	0,30	prøve udtag
V-B10Ha		1200	4						For pumpstart
		1253		272	9,2	-88	7,15	0,41	
		1256		275	9,1	-107	7,11	0,31	
		1304		275	9,2	-123	7,10	0,27	prøve udtag

AMA, Elling - Pejleskema

FBT: AMA Elling, grundvandsmonitoring																				
Sagsnr.:	01.537.02	03.183.14	04.413.14																	
Udført af:		OVE/THa	MBA/LMA	THa/LBM	THa/OVE	THa/CVH				THa	LMA/MBA						Tal markeret med fed og kursiv er usikre.			
Pejlenr.:		Totalstation	GPS+Totalstation	3.15.17	3.15.17					3.15.21							Loggere optaget			
Dato:		08-11-01	15-11-04	20-09-01	08-11-01	04-12-01	18-12-01	15-01-02	08-10-02	19-11-03	15-11-04		20-09-01	08-11-01	04-12-01	18-12-01	15-01-02	08-10-02	19-11-03	15-11-04
Boeringsnr.:	Pejlekote	Ny pejlekote	Ny pejlekote	Pejling	Pejling	Pejling	Pejling	Pejling	Pejling	Pejling	Pejling		Trykniveau	Trykniveau	Trykniveau	Trykniveau	Trykniveau	Trykniveau	Trykniveau	Trykniveau
	DNN (m)	DNN (m)	DNN (m)	m.u.mp.	m.u.mp.	m.u.mp.	m.u.mp.	m.u.mp.	m.u.mp.	m.u.mp.	m.u.mp.		DNN (m)	DNN (m)	DNN (m)	DNN (m)	DNN (m)	DNN (m)	DNN (m)	DNN (m)
G1	9,354	9,36	9,36	1,605	1,445	1,395	1,400	1,385	1,49	1,565	1,43		7,755	7,915	7,965	7,96	7,975	7,87	7,795	7,93
G2	9,306	9,31	9,31	1,625	1,41	1,35	1,400	1,380	1,52	1,55	1,1		7,685	7,9	7,96	7,91	7,93	7,79	7,76	8,21
G3	9,179	9,19	9,19	1,555	1,335	1,278	1,328	1,310	1,445	1,46	1,6		7,635	7,855	7,912	7,862	7,88	7,745	7,73	7,59
G4	9,019	9,02	9,02	1,405	1,195	1,145	1,185	1,180	1,3	1,32	0,95		7,615	7,825	7,875	7,835	7,84	7,72	7,7	8,07
G5	8,744	8,75	8,75	1,176	0,972	0,92	0,950	0,930	1,07	1,085	0,67		7,574	7,778	7,83	7,8	7,82	7,68	7,665	8,08
G6	9,36	9,37	9,37	1,663	1,565	1,52	1,440	1,455	1,52	1,67			7,707	7,805	7,85	7,93	7,915	7,85	7,7	
G8	9,364	9,37	9,37	1,775	1,66	1,61	1,560	1,565	1,64	1,77	1,27		7,595	7,71	7,76	7,81	7,805	7,73	7,6	8,1
G9	9,825	9,83	9,83	2,264	2,135	2,08	2,045	2,035	2,12	2,248	1,73		7,566	7,695	7,75	7,785	7,795	7,71	7,582	8,1
G10	9,818	9,84	9,84	2,183	2,055	2,01	1,980	1,980	2,045	2,17	1,68		7,657	7,785	7,83	7,86	7,86	7,795	7,67	8,16
G13		9,96	9,96	2,316	2,19	2,148	2,110	2,110	2,185	2,31	1,83		7,644	7,77	7,812	7,85	7,85	7,775	7,65	8,13
G14	10,116	10,13	10,13	2,399	2,29	2,243	2,180	2,200	2,25	2,4	1,9		7,731	7,84	7,887	7,95	7,93	7,88	7,73	8,23
G15	9,275	9,29	9,29	1,42	1,26	1,21	1,225	1,215	1,315	1,355	0,91		7,87	8,03	8,08	8,065	8,075	7,975	7,935	8,38
G17	8,191	8,14	8,14				0,51	0,485	0,62		0,28					7,63	7,655	7,52		7,86
G20	8,583	8,6	8,6	1,07	0,98	0,928	0,875	0,880	0,95	1,08	0,62		7,53	7,62	7,672	7,725	7,72	7,65	7,52	7,98
G21	9,204	9,21	9,21	1,705	1,535	1,485	1,500	1,485	1,56	1,64			7,505	7,675	7,725	7,71	7,725	7,65	7,57	
G22	8,195	8,2	8,2	0,57	0,32	0,27	0,340	0,290		0,42			7,63	7,88	7,93	7,86	7,91		7,78	
G23	8,293	8,29	8,29				0,59	0,615	0,685	0,74	0,325					7,7	7,675	7,605	7,55	7,965
G24	8,364	8,36	8,36	0,96	0,76	0,705	0,740	0,750	0,825	0,86	0,49		7,4	7,6	7,655	7,62	7,61	7,535	7,5	7,87
G25.1	8,595	8,59	8,59	1,38	1,17	1,17	1,185	1,140	1,275	1,285	0,87		7,21	7,42	7,42	7,405	7,45	7,315	7,305	7,72
G25.2	8,579	8,57	8,57	1,22	1,005	0,95	0,980	0,980	1,11	1,135	0,71		7,35	7,565	7,62	7,59	7,59	7,46	7,435	7,86
M2	9,631	9,66	9,66	2,013	1,905	1,858	1,805	1,810	1,87	2,017	1,52		7,647	7,755	7,802	7,855	7,85	7,79	7,643	8,14
PB	9,581	9,6	9,6	1,9	1,73	1,675	1,695	1,680	1,795	1,845	1,4		7,7	7,87	7,925	7,905	7,92	7,805	7,755	8,2
B1		9,631	9,267				1,610	1,610	1,685	1,805	1,37					8,021	8,021	7,946	7,826	7,897
B2		9,855	9,849				2,170	2,170	2,233	2,37	1,9					7,685	7,685	7,622	7,485	7,949
B3		10,090	10,090				2,350	2,325	2,41	2,54	2,05					7,74	7,765	7,68	7,55	8,04
B4		10,175	10,159				2,420	2,400	2,47	2,592	2,1					7,755	7,775	7,705	7,583	8,059
B5		9,445	9,445				1,700	1,695	1,775	1,875						7,745	7,75	7,67	7,57	
B6.1		9,861	9,861							2,355	1,81								7,5055	8,0505
B6.2		9,922	9,922							2,37	1,87								7,5518	8,0518
B6.3		9,891	9,891							2,332	1,83								7,5594	8,0614
B10			8,403								0,91									7,493
B11			10,054								2,51									7,544
B12			10,072								2,44									7,632
B13			10,094								2,39									7,704

Bilag 6

Analyseblanketter

Niras
Rådg. ing. og planlæggere A/S
Vestre Havnepromenade 9, Postboks 119
9000 Aalborg
att.: Torben Haudrup

Registrernr.: 909005/Rev.1
Kundenr.: 83653
Ordrenr.: 850369

Sagsnr.: 04.413.14
Modt. dato.: 2004.11.17
Sidenr.: 1 af 2

ANALYSERAPPORT

Rekvirent.....: Niras
Rådg. ing. og planlæggere A/S, Vestre Havnepromenade 9, Postboks 119, 9000
Prøvested.....:
Prøvetype.....: Grundvand, 7 prøver
Prøveudtagning...:
Prøvetager.....: Ikke oplyst
Kundeoplysninger:
Analyseperiode...: 2004.11.17 - 2004.12.01

Prøveforberedelse:

Prøvemærke:	B4 -1-a	B6 -1-a	B6/3-a	B10-1-a	Enheder	Detekt.	Metoder	RSD
						grænse		(%)
Nitroaromater								
2-amino-4,6-dinitrotoluen	2.0	<0.10	4.3	<0.10	µg/l	0.10	MK8260-LC/MS	15
4-amino-2,6-dinitrotoluen	3.5	<0.10	5.4	<0.10	µg/l	0.10	MK8260-LC/MS	15
2,4-dinitrotoluen	0.11	<0.10	0.12	<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.

Niras
Rådg. ing. og planlæggere A/S
Vestre Havnepromenade 9, Postboks 119
9000 Aalborg
att.: Torben Haudrup

Registrernr.: 909005/Rev.1
Kundenr.: 83653
Ordrenr.: 850369

Sagsnr.: 04.413.14
Modt. dato.: 2004.11.17
Sidenr.: 2 af 2

ANALYSERAPPORT

Rekvirent.....: Niras
Rådg. ing. og planlæggere A/S, Vestre Havnepromenade 9, Postboks 119, 9000
Prøvested.....:
Prøvetype.....: Grundvand, 7 prøver
Prøveudtagning...:
Prøvetager.....: Ikke oplyst
Kundeoplysninger:
Analyseperiode...: 2004.11.17 - 2004.12.01

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

Analysekommentarer:

Komponenten hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazin (RDX) er medtaget i analysen med anvendelse af UV-detektion i stedet for MS-detektion. Identifikationssikkerheden er imidlertid væsentligt mindre ved UV-detektion.

Indhold af RDX:

Prøve B4-1-a: 260 µg/l
Prøve B6-1-a: 24 µg/l
Prøve B6-3-a: 240 µg/l
Prøve B10-1-a: < 5 µg/l
Prøve B11-1-a: < 5 µg/l
Prøve B12-1-a: < 5 µg/l
Prøve B13-1-a: < 5 µg/l

Tegnforklaring: RSD : Relativ Analyseusikkerhed.

<: mindre end. i.p.: ikke påvist.
>: større end. i.m.: ikke målelig.
#: ingen af parametrene er påvist.

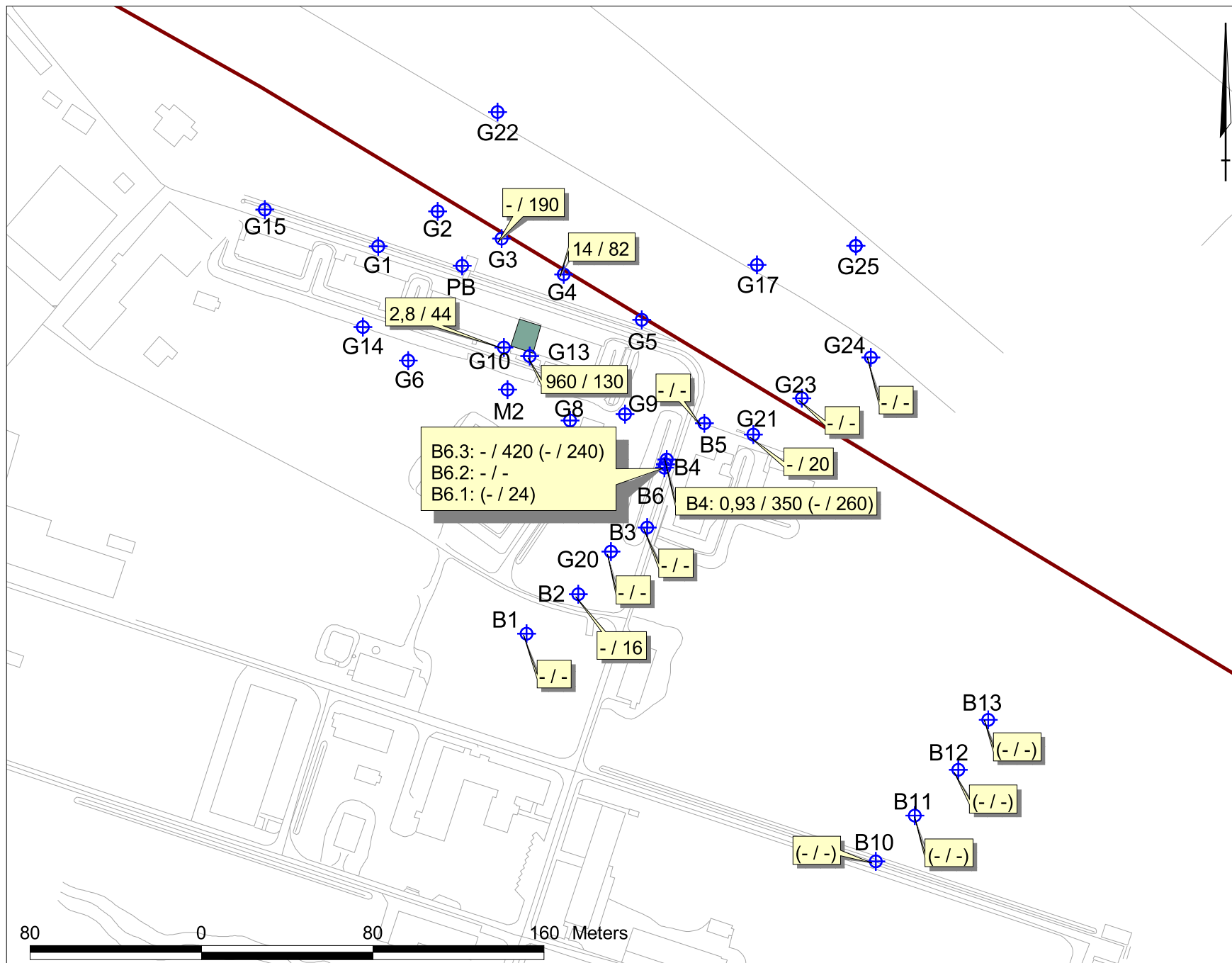

Betina Duus

den 10. december 2004


Yvonne Simonsen

Bilag 7

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
undersøgellesområde



Tegnforklaring

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

56 / -: TNT/RDX [µg/l]
Tidligere undersøgelser

(- / 23): TNT/RDX [µg/l]
15. november 2004

Skala 1:2500

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