



ORFEUS - Next Generation GPR Technology

Optimised Radar to Find Every Utility in the Street



Mid-term Information Pack

OSYS
technology limited

IDS
INGEGNERIA DEI SISTEMI

Gaz
de
France



GERG



TU Delft
Delft University of Technology



Contact: ORFEUS Project Coordinator: howard.scott@osys.co.uk



The ORFEUS Project



Optimised Radar to Find Every Utility in the Street

ORFEUS aims

- to improve the performance of Ground Penetrating Radar deployed on the surface to provide accurate underground maps;
- to develop a new underground radar to provide a look-ahead capability when mounted directly on Horizontal Directional Drilling (HDD) equipment.

ORFEUS is a Europe-wide project involving nine organisations. The Consortium includes major equipment suppliers, utilities, consultants, industry research groups, and academic institutions already established in using or supplying 'no-dig' technology and GPR systems; the research programme comprises the development of new radar technology and a field testing programme.

Street works are a familiar problem; there are many pipes and cables buried beneath our streets and maintaining or renewing them causes major traffic congestion. Across Europe, streetworks are one of the major costs for utility, city, or highway authorities. Recognising this, the European Commission is supporting research into how disruption can be reduced, with funding from the Sixth R&D Framework Programme (Global Change and Ecosystems)

One of the keys to reducing problems is a more accurate knowledge of the location of buried plant, so that excavation is only undertaken when absolutely necessary.

There are many techniques used to detect buried structures and utilities; of these Ground Probing Radar (GPR) is already widely used because of its ability to locate metallic and non-metallic items, such as plastic pipes, optical fibre cables, cement and brick structures including ducts and old sewers.

The ORFEUS consortium aims to solve the practical shortcomings of present GPR systems, so that the technique will be more

effective in the complex ground conditions and random back-fill and rubble found under our streets. In addition to minimising digging, the technology can assist when HDD is used by directing bore-heads away from vulnerable services. ORFEUS will develop new and better systems and subject them to a pan-European-field trial programme. A wide range of test sites are needed to evaluate the new GPR systems against present day state-of-the-art equipment.

The project team welcomes active external interest in the requirement and evaluation phases of the work through the ORFEUS User Group and, in return, will share its findings as the work progresses. Utilities, highway authorities, city municipalities, mapping agencies, contractors, land surveyors, or civil engineers who manage, regulate, map or carry out street-works throughout Europe are invited to participate.

The project will run until October 2009 and the investment is €5M, 50% of which is contributed by the European Commission and 50% by the nine Consortium members.

For more information or to register an interest in the User Group:

- contact the ORFEUS Consortium Project Manager howard.scott@osys.co.uk +44 (0)191 265 4684
- visit the website: www.orfeus-project.eu





The ORFEUS Project: **a step change in** **Ground Penetrating Radar technology** **to locate buried utilities**

Guido Manacorda
Engineering Manager
IDS Ingegneria dei Sistemi SpA



Key issues

- Many pipes and cables are buried beneath our streets (more than 1,370,000 km gas mains in EU15 countries)
- Damages to underground apparatus occur frequently (direct costs + consequential losses in EU > **€10 billion/y**)
- Street works are also a familiar problem



Buried assets

Plans and other records can give an indication of what may be found in the underground, but the location of all buried infrastructure should be confirmed by using location systems

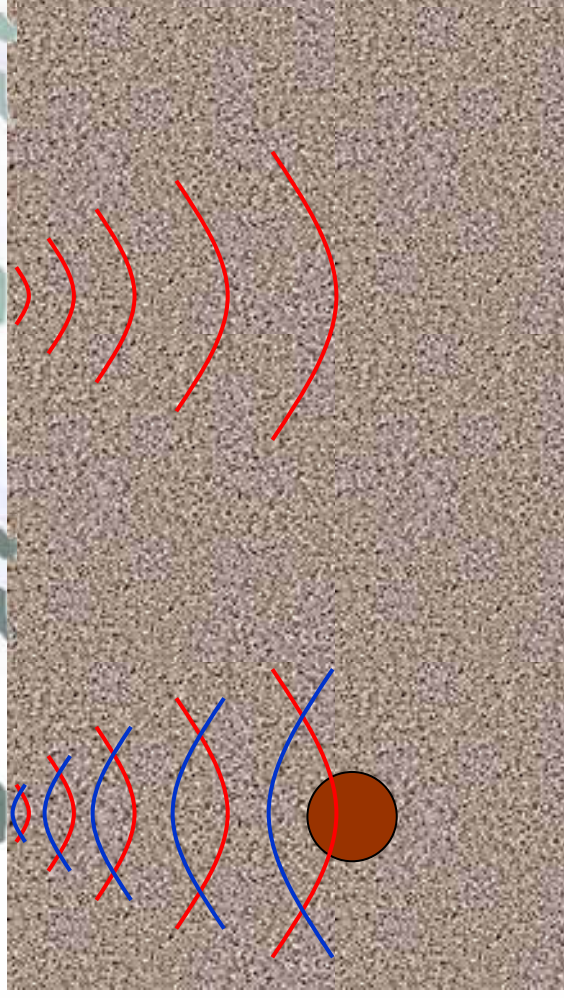


Current location methods

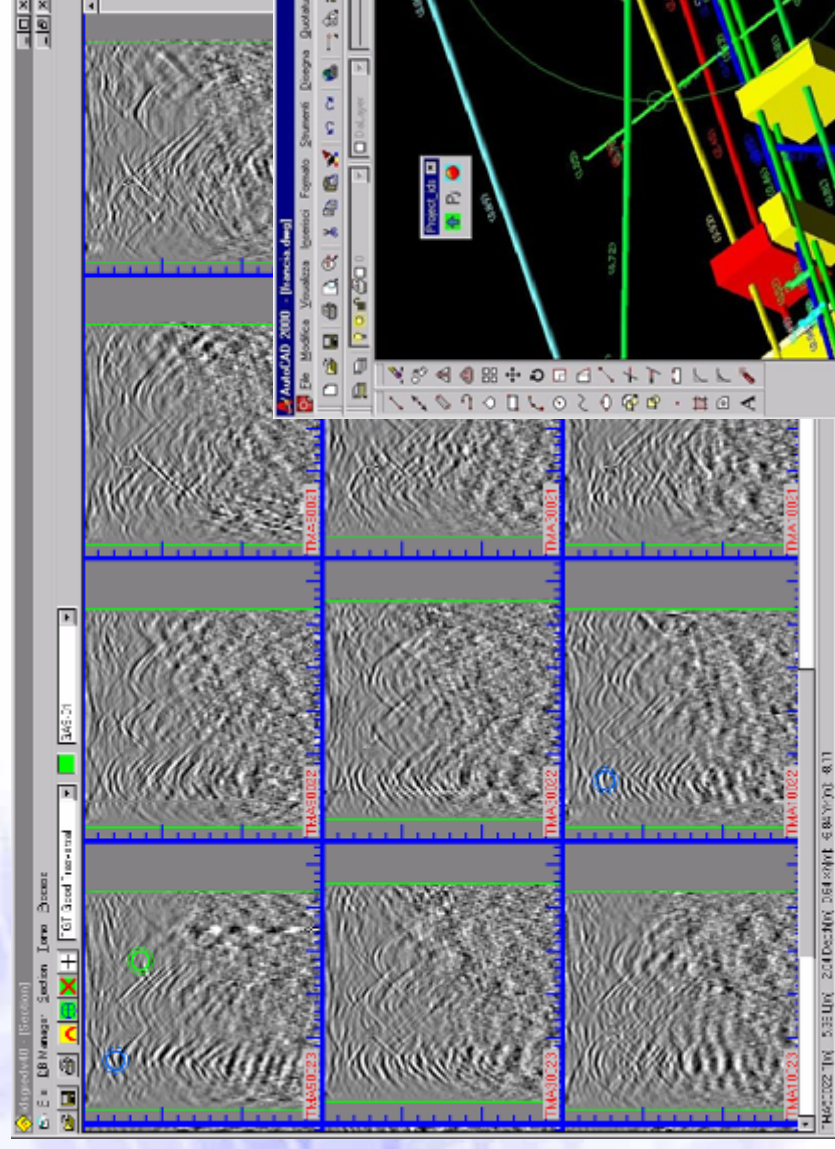
- Test pits
- Pipe and cable locators'
- Marker/warning tapes
- Buried marker systems
- Acoustic systems
- Ground Penetrating Radars (GPR)

GROUND PENETRATING RADAR (GPR)

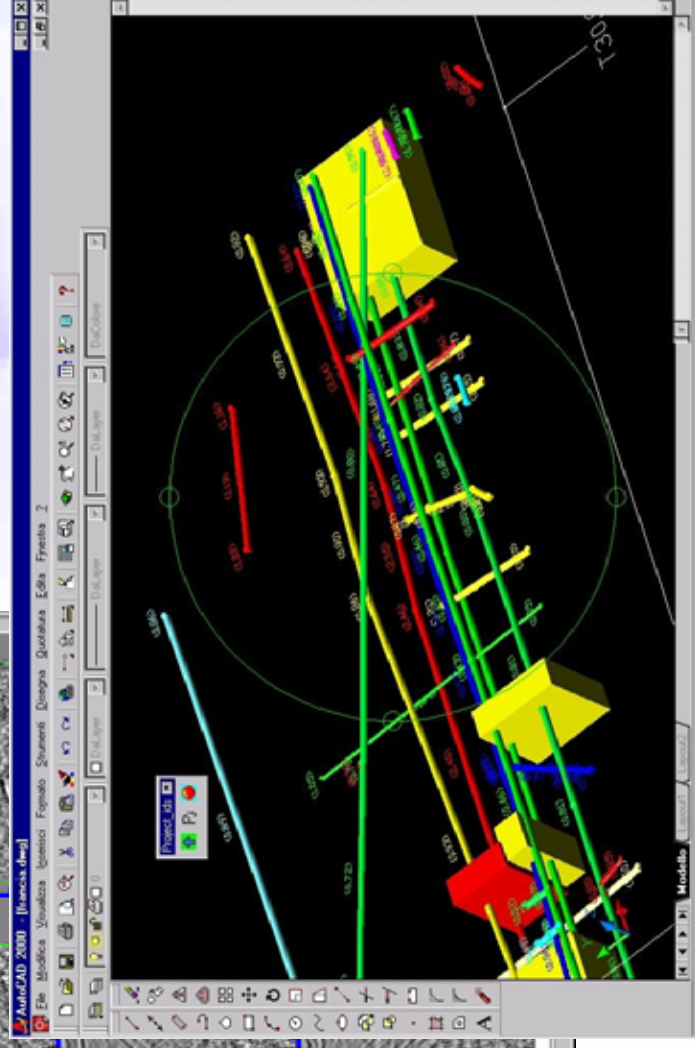
- ✓ The GPR transmits a very short pulse of e.m. energy into the material by a transmitting antenna
- ✓ Energy reflected by discontinuities is captured by a receiving antenna.
- ✓ Depth range & resolution are related to the radar frequency, transmitted power, host material e.m. properties and to the shape and characteristics of the targets.



GPR FINAL OUTPUT



3D CAD map



*Multi-channel data
visualisation*





Main limitations of current GPRs

- A previous research (the GIGA project) carried out a careful technical analysis of limitations of this technology
 - penetration depth is limited when the soil is **highly conductive** (e.g. wet clay)
 - In these soils, detecting any small (**less than 20mm**), non-metallic objects beyond a depth of 0.5 metres is extremely difficult
- Without further research and development, this technology will remain of limited use



The ORFEUS project

- Collaborative research project with financial support from the EC

ORFEUS

Next Generation GPR Technology

- Started on 2006, Nov. the 1st ending on 2009, Oct. the 31st
- 9 organizations, 5M€ investment (50% from the EC)



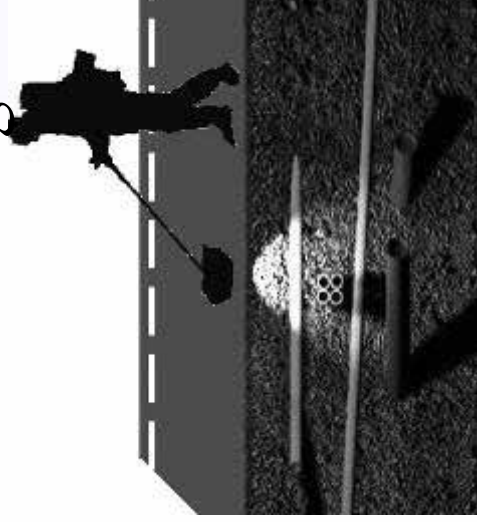
Orfeus objectives

- Provide a step change in the depth penetration and spatial resolution of GPR
- Design a prototype innovative GPR-based real-time obstacle detection system for Horizontal Directional Drilling
- To increase knowledge of the electrical behaviour of the ground
- Dissemination
 - Strong user input (requirement and evaluation phases)
 - Periodic user meetings (2 per year) to evaluate major achievements
 - Pan-European-field trial programme

Advanced downward-looking GPR

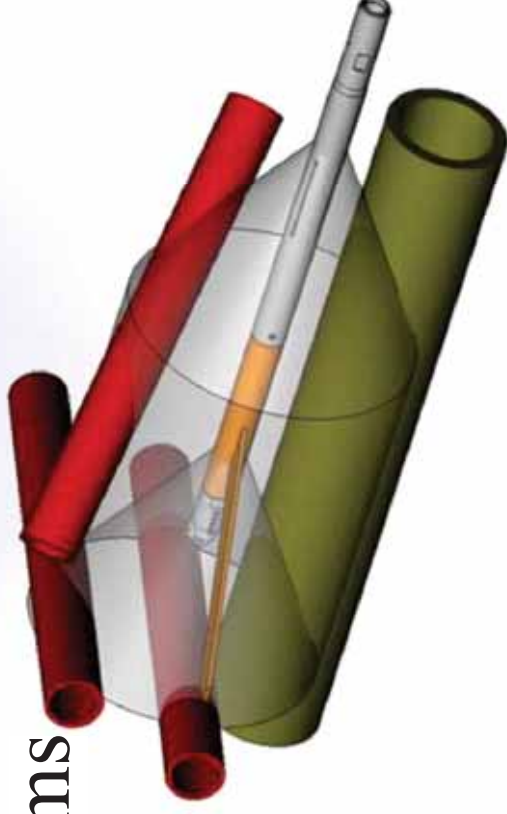


- High performance, cost effective, ultra-wide band Stepped Frequency Continuous Wave (SFCW) source and receiver
- Adaptivity of the radar sensor to the variations in ground characteristics
- Innovative ultra wide-band antenna design (to closely match the requirements of target detection)



The borehead GPR

- Provide durable antennas and “look-ahead” and “look-sideways” capabilities
- Design ruggedised microwave sources and receivers
- Develop new concepts for signal and data processing algorithms



Ground measurements

- ORFEUS will develop methods for reliable in-situ measurements of soil characteristics relevant to GPR
- These measurements will also be used as an input for the other research activities to provide essential information on the fundamental limits of GPR detection
- It will lead to the necessary knowledge for developing and building a GPR applicability map of Europe.

Summary

- ORFEUS project addresses the requirement to improve the technology used to locate utilities' buried infrastructure
- This will be achieved by implementing a radical change in the fundamental technology used in GPR systems
- A successful project outcome will
 - enhance the safety and efficiency of Utilities' maintenance and replacement activities with consequent environmental and economic benefits
 - reduce the disruption, noise and congestion caused by unnecessary street work activity



Information resources

- www.orfeus-project.eu
- Periodic User workshops
- Join the Mailing list



Acknowledgment

The ORFEUS project is partly supported by the European Commission's 6th Framework Program for Community Research ("Thematic Priority" area of sustainable development, global change and ecosystems), managed by Directorate General for Research under the contract n° FP6-2005-Global-4-036856 and would not have been possible without the support of the Commission



The ORFEUS Project:
a step change in Ground Penetrating Radar technology to locate buried utilities

Guido Manacorda
Engineering Manager, Georadar Division
IDS Ingegneria dei Sistemi SpA
Pisa, Italy

Howard Scott
Managing Director
OSYS Technology Limited
Newcastle upon Tyne, United Kingdom

Meinolf Rameil
Head of technology. / Comm. Coordination Department
Tracto-Technik Spezialmaschinen (TT Group)
Lennestadt, Germany

Dave Pinchbeck
General Secretary
GERG – The European Gas Research Group
Brussels, Belgium

Abstract

There is a serious issue associated with the inability to detect and accurately locate buried utility assets and, as a result, too many holes are dug in the road. This creates problems such as traffic delays, leading to unnecessary fuel usage, and quality of life issues related to air quality, noise pollution and lost time. This is not a single utility problem and needs to be addressed on a European basis, with utilities working together to provide appropriate solutions.

A EC funded Specific Targeted Research Project (STREP) has recently started with the aim to develop the next generation of ground penetrating radar (GPR) systems, by means of complementary GPR tools. Together they will raise the probability of detection of underground buried assets and, as a result, significantly ease their rehabilitation and/or replacement.

The project will last for 36 months and will cost €5.4 million.

Key issues

Industrial societies have grown to be dependent upon services that are delivered by infrastructure buried in the ground, principally in roadways. The economic, environmental and safety implications of disruption to these services can be critical.

Traditionally, work on buried plant and equipment involves digging a trench, completing the work, and reinstating the filled hole. In recent years, the use of trenchless technology has significantly increased because of the economic benefits, particularly a reduction in the number and extent of excavations. Whichever method is used – trench or trenchless – there is a need to understand the nature of the underground environment that will be disturbed when planning new installations or when excavating to maintain existing infrastructure.



Figure 1: A typical tangle of pipes and cables under our city streets that can result in expensive third party damage

Historically, location of underground plant and equipment has been based on record information held by utility companies. This information, even if it exists (and much of it does not) is often inaccurate, incomplete or out of date. It is worth noting that, in Europe, during new installations, about 90,000 incidences of third party damage to gas pipelines are reported every year and 100,000 in USA. There is little doubt that these instances of damage would be reduced by the use of reliable location techniques. Ground Probing Radar (GPR) is very attractive because, amongst the various state-of-the-art methods available, it is the only non-invasive technique capable of accurately locating both metallic and non-metallic buried objects, without prior knowledge of their position.

However, state-of-the-art GPR can provide unsatisfactory performance (especially in terms of investigation depth and sensitivity to smaller, dielectric targets) and without further research and development, this technology will remain of limited use.

On this respect, the Orfeus project is a European Commission funded collaborative research study with the following three major objectives:

- To provide a step change in the depth penetration and spatial resolution of GPR used for surveys carried out from the ground surface.
- To prototype an innovative GPR-based real-time obstacle detection system for steerable bore- heads of Horizontal Directional Drilling (HDD) pipe and cable laying systems so that they can operate more safely below ground.
- To increase knowledge of the electrical behaviour of the ground, by means of in-situ measurements to enhance understanding of the sub-soil electrical environment, and to provide information for scientifically based antenna design.

The consortium running the project comprises representatives of the major water and gas utilities across Europe one of the world's leading developer of GPR systems, designers and operators of one of the world's leading Horizontal Directional Drilling (HDD) companies, supported by a recognized authority in GPR technology and its applications.

The technology

RADAR is an acronym that means **RA**dio **D**irection **A**nd **R**anging, and it has been used since the 1930's for the detection of aircraft, ships, vehicles, birds, rainstorms and other above-ground objects. Many diverse applications have been developed, but all depend upon the transmission of electromagnetic energy, usually in the form of a pulse, and the detection of a small amount of that energy reflected from the target. The time delay of the reflection indicates the range of the target.

Buried objects may also be detected by radar methods and have been the subject of electromagnetic probing for longer than have above-ground objects. Work reported in the fifteen years after 1910 was devoted to the electromagnetic identification of underground regions of dissimilar conductivity (e.g.

ore deposits) or absorption compared with their surroundings, using non-pulsed methods. The first pulsed experiments were reported in 1926 when the depths of rock strata were determined by time-of-flight methods. It was noted that any dielectric variations, not necessarily related to conductivity variations, could give rise to reflections and that, further, it was easier to implement directional sources than was the case for seismic methods.

Over the next 50 years, radar pulsed techniques were developed for a range of specialised applications such as:

- ice thickness measurement
- fresh water depth measurement
- salt deposit thickness
- desert sand layer investigations
- buried plant location,

with the emphasis usually being on deep penetration sometimes up to a few kilometres. As a rule, deep penetration requires emissions at frequencies of a few MHz or tens of MHz, with the consequent need for large antennas and the accompanying restriction of low resolution of the objects or interfaces detected. Shallow objects lying in, say, the first one or two metres of the earth's surface, which include those of most interest to utilities, may be detected by emissions at higher frequencies, up to 1000 MHz, for example. Systems typically intended to penetrate a few meters into the ground have become known by the term Ground Probing Radar (GPR).

Usually, the means of producing a transmit signal with the required frequency range useful for shallow probing is by means of an impulse generator based upon an avalanche diode. In this method, a short pulse is generated so that all of the frequencies within the range required are simultaneously transmitted. Although this is a cost effective means of producing a signal with usable characteristics, its physical mechanism is a random process that tends to produce noise and jitter. These processes limit the inherent dynamic range of the system.

The receivers for such systems are based upon the methods used in commercially available high frequency time domain sampling oscilloscopes which also have fundamental limits on their dynamic range. Even the best pulse based system has a dynamic range (from the maximum signal it can handle to its noise floor) which is unlikely to exceed 70 dB. All of this range, however, may not be available because of other system effects due to multiple reflections of energy between the microwave system components and between that antennas and the ground. These interactions are extended in time and define what is known as the 'Impulse Response' of the system. It is also known as the 'Clutter Profile' and it tends to obscure signals from wanted targets and further limits the effective dynamic range of the system.

Location and Mapping of buried utilities from the surface

The detection of buried utilities' plant imposes a particular set of constraints on the design of an effective GPR system. The majority of buried plant is within 1.5m of the ground surface, but it may have a wide variation in its size, may be metallic or non-metallic, may be in close proximity to other plant and may be buried in a wide range of soil types with implications for large differences in both the absorption and the velocity of propagation of electro-magnetic waves.

The ground conditions may also vary rapidly within the area of a GPR survey where, for example, variations in water content can be crucial and, particularly in urban areas, where there could be imported backfill of inconsistent quality. Consequently, it can be extremely problematic to achieve both adequate penetration of the radar pulse and good resolution of neighbouring plant, and some design compromises may have to be made.

Surprisingly, latest developments in GPR are oriented towards visualisation improvement, such as 3-dimensional plots, and GPS positioning, with no attention paid to addressing the basic radar signal detection problem, which can be extremely challenging. Clearly, such developments will not increase system sensitivity but will merely improve the aesthetics of the display. If the received signal is too weak, as would be the case in wet, muddy ground, enhanced graphic software will solve neither the basic signal problem nor the detection performance.

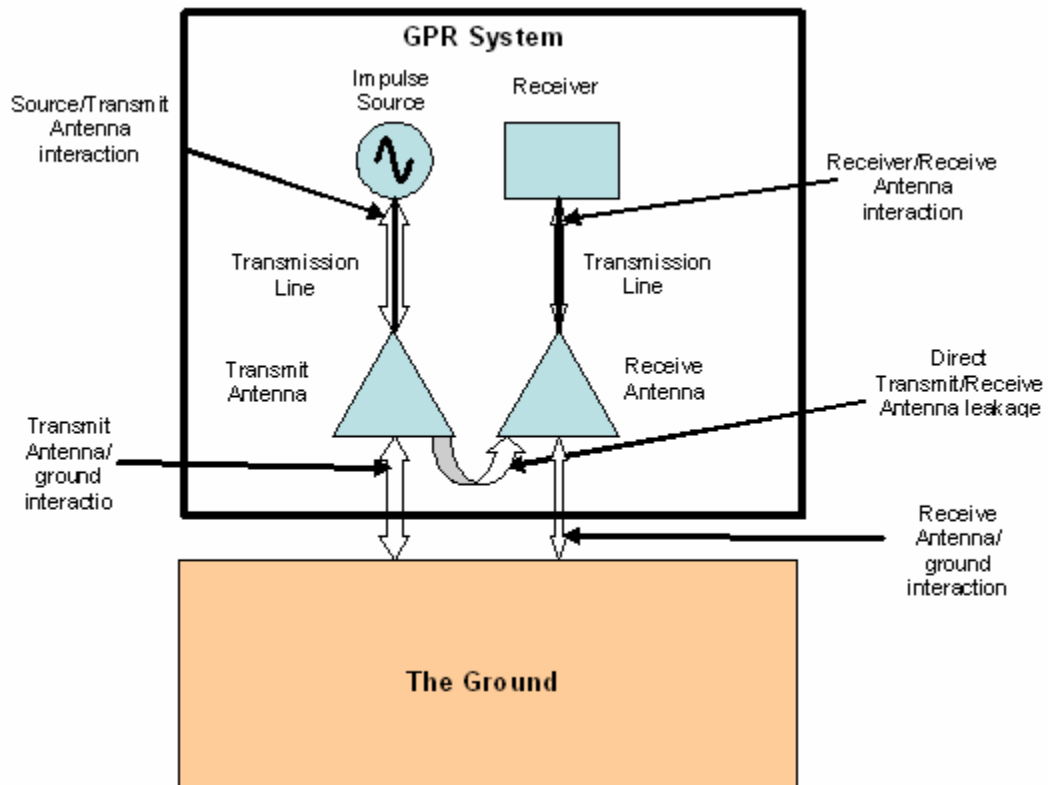


Figure 2 Impulsive GPR Schema and major signal interaction paths

As the current GPR technology (impulse based) has been extensively developed over many years, it is unlikely that future developments in themselves will lead to any significant improvement in the performance of ground penetrating radars.

For this reason, ORFEUS seeks to introduce Stepped Frequency Continuous Wave (SFCW) technology into GPR systems as an alternative to the present one. In theory, stepped frequency microwave sources possess superior dynamic range and stability compared to pulse systems, and permit the control of the frequency range, thus allowing an improvement in the penetration performance.

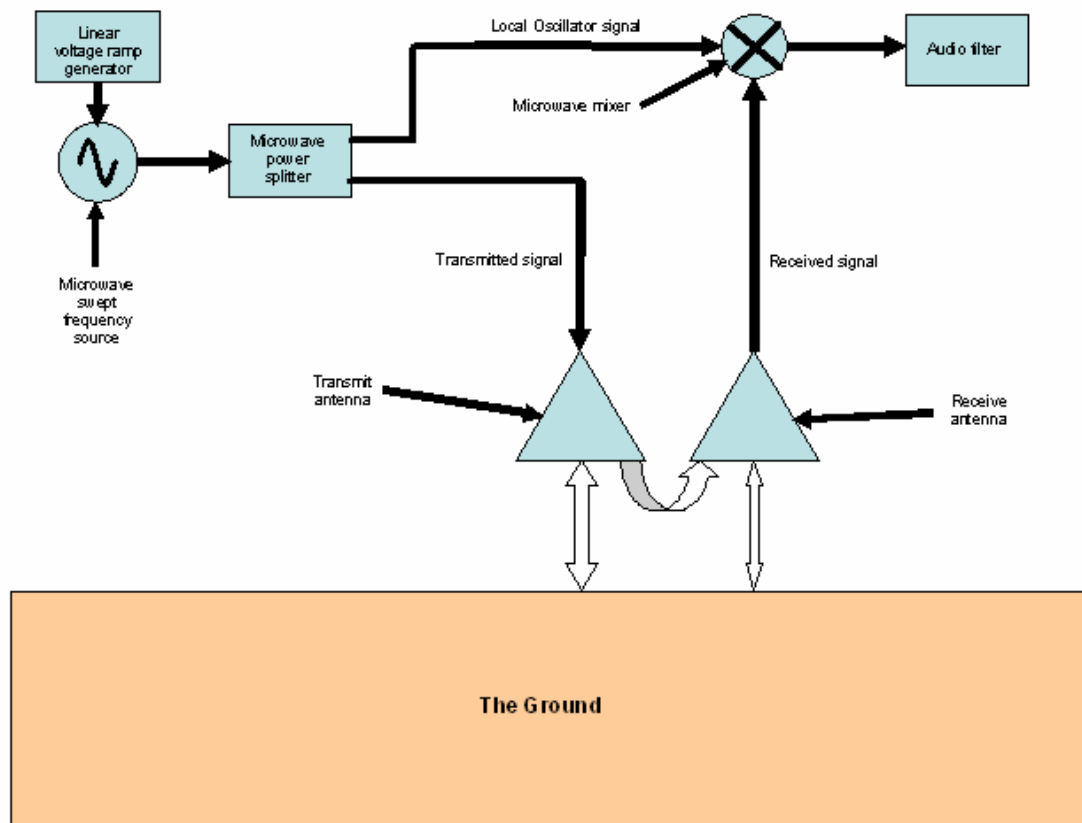


Figure 3 Continuous wave (CW) radar schematic diagram

A Stepped Frequency radar is similar to a CW radar with the main exception concerning the fact that the frequency can be changed in discrete, highly repeatable and stable, steps to cover the desired bandwidth. The phase and amplitude of the received tone is then sampled and the equivalent time-domain sweep reconstructed via a digital Fast Fourier Transform.

Although the peak power transmittable by the SFCW radar is some 20 dB lower than that of the impulse one, the receiver noise is greatly reduced due to the extremely narrow band filter used for receiving the tones, thus the dynamic range is largely increased.

However, the potential advantages of the SFCW transmit and receive system, in terms of superior dynamic range, have not been realised yet. This is because of some technical limitations (e.g. the slow repetition rate of the frequency generator) and due to related implementation costs.

Moreover, other measures are necessary to suppress internal reflections and match the antenna to the ground characteristics in order to optimise the propagation of the radar signal into the ground.

All these aspects will be analysed and hopefully solved along the project's course; if so, these improvements will lead to an improvement in the ability of GPR operating from the surface to penetrate the ground and detect deeply buried targets.

Utilities avoidance from the underground

The Horizontal Directional Drilling (HDD) method for installing pipes and cables of various size, is very powerful technique but its uncontrolled use can cause great damage to existing buried infrastructures. Clearly, before this type of system can be used the operator must have an accurate knowledge of utilities and other potential obstructions in its path. Hazards include energised power cables, telecommunications lines (wire and fibre optic), steel and plastic gas piping, potable water and sewer lines made from various materials including clay and concrete. Striking one of these assets can be extremely dangerous for the safety of the operators, but can also cause huge economic losses due to the interruption of public services.

On this respect, the second task for Orfeus is the study of a GPR-based real-time obstacle detection system for steerable bore- heads of HDD pipe and cable laying systems so that they can operate more safely below ground.

The bore-head radar will have the capability to look in the forward and sideways directions and to detect objects which come within the cones of the antenna radiation patterns. Information from the radar will be passed to the operator on the surface so that he may steer around and thus avoid objects that would otherwise be struck.

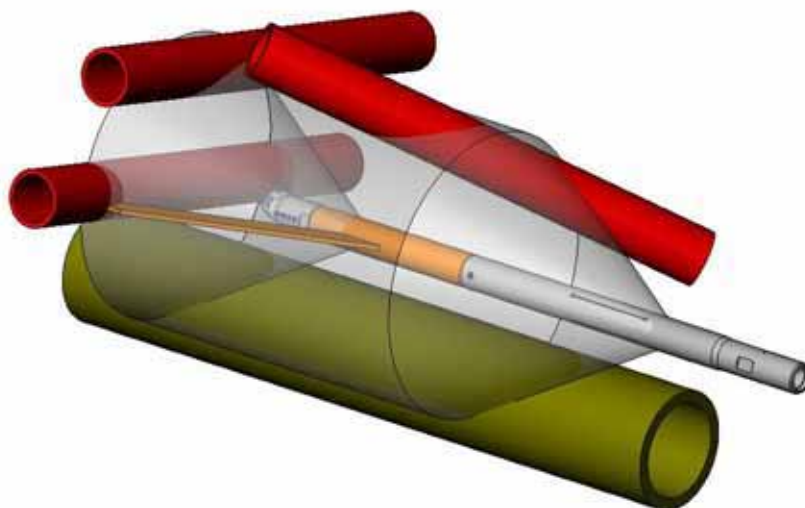


Figure 4: Examples of objects parallel, orthogonal and angled to the bore-head

Most of the scientific and technological issues to be addressed during this part of Orfeus, will concern the antenna design; in fact, the required performance in terms of range and sensitivity are mainly related to the antenna radiation pattern, which is primarily governed by its shape and dimension and these are constrained by the drilling rig size.

Furthermore, reflections from internal components (i.e. ringing) could cause a significant degradation of the antenna performance so that the detection of non-metallic targets (that produce a weaker echo) may be problematic.

Another significant scientific concern of the project is related to the radar data processing method. From this point of view, the overall requirement is to set a suitable strategy for highlighting the data that are really of relevance for the HDD operator (i.e. objects too close to the drill path), in order to allow the immediate interruption of the drilling before hitting underground utilities. Besides that, data processing has to be executed in real-time or in near real-time, which is a further demanding objective.

Finally, other critical, technical issues will have to be solved during the project; these comprise the environmental characteristics and the robustness of the packing for the electronics, the heat dissipation, the vibration damping and the transfer of the data from the bore-head to the operator seat.

Nevertheless, a successful outcome of the project bore-head radar will encourage the use of trenchless pipe laying methods, with the consequential benefits to society. Moreover, the additional information from a borehole GPR, which should be able to detect exactly what is near to the bore-head, will provide a complete map of the local underground situation that hitherto has not been available.

Characterisation of Underground Environment

The third task for Orfeus concerns the development of reliable methodologies for the in situ measurement of soil characteristics relevant to the GPR; these measurements will also be used as an input for the other research activities as they will to provide useful information on the fundamental limits of GPR detection and to guide equipment design decisions.

In fact, the characteristics of GPR antennas depend strongly on the ground conditions; this phenomenon has a direct effect on GPR penetration depth and has not been extensively studied nor have practical solutions been implemented to improve performance.

In Orfeus a predictive model will be developed to provide the optimisation routine for adaptation of Moreover, by combining electromagnetic characterisation, at GPR frequencies, with geo-technical investigations and supplementing them with regional geological settings history information, a reliable characterisation of the ground will be obtained.

It provides an indispensable service for geotechnical applications of surface GPR as well as bore-head GPR in HDD technologies. The successful combination of these complementary sources of information will lead to the necessary knowledge for building a GPR applicability map of Europe.

Conclusions

The ORFEUS project addresses the requirement to improve the technology used to locate utilities buried infrastructure so that excavation cost will be lowered, economic no-dig technologies will be able to be used with confidence and leakage, specifically from pipes that transport water, will be located more easily than is possible with present technology.

This will be achieved by implementing a radical change in the fundamental technology used in GPR systems designed to carry out location surveys from the ground surface and by studying a new radar system capable of being deployed in the bore-head of no-dig equipment to provide advance warning of obstacles in the drill path.

Moreover, a programme of measurements to establish the range of soils electrical parameters over which the GPR's will operate will underpin the scientific development work of the project.

This is high-risk research, and the outcome is critically dependent upon resolving several severe technological and scientific issues. However, a successful project outcome would increase the safety of directional drilling equipment used to install new utilities by reducing the probability of causing damage to existing buried plant. This will benefit the safety of the operators and communities and will help to avoid the consequential compensation costs associated with loss of services, reduce unnecessary excavations and so maintain fuel efficient traffic flow in congested urban areas.

Acknowledgment

The Orfeus project is partly supported by the European Commission's 6th Framework Program for Community Research ("Thematic Priority" area of sustainable development, global change and ecosystems), managed by Directorate General for Research under the contract n° FP6-2005-Global-4-036856 and would not have been possible without the support of the Commission.

References

- [1] G. Manacorda et al., The European GIGA project, Tenth International Conference on Ground Penetrating Radar, 21-24 June, 2004, Delft, The Netherlands
- [2] Daniels, D.J., "Surface-Penetrating Radar", The Institution of Electrical Engineers, 1996



13. mezinárodní konference

PLASTY 2007

The conference on plastic pipelines

19. - 20. února 2007,
hotel Pyramida, Praha
Česká republika

Projekt ORFEUS – optimalizovaný georadar pro vyhledávání podzemních inženýrských sítí

Ing., Ph.D., Jaroslav RACLAVSKÝ

Vysoké učení technické v Brně, fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí,

Howard SCOTT

OSYS Technology Ltd, Anglie

1. Projekt ORFEUS

Výkopové práce v komunikacích jsou důvěrně známým problémem pro většinu z nás. Údržba a obnova podzemní infrastruktury může způsobovat dopravní problémy a doprava se navíc, podle výzkumů, v letech 1996 až 2030 zvýší o 50%.

Evropská komise rozpoznala potenciál růstu vyhledávacích technologií pro zajištění bezpečnosti životního prostředí a financuje projekt pod šestým rámcovým programem (globální změna a ekosystémy), který je zaměřen na vývoj a zlepšení technologie georadarů (GPR - ground penetrating radar).

Georadar je jediná známá metoda, která může zjistit jak kovové, tak nekovové podzemní objekty např. vodovodní, plynovodní a kanalizační trouby a další inženýrské sítě z různých materiálů (obr. 1).



Obr. 1 – Lokalizace inženýrských sítí pomocí georadaru

Princip georadarové metody je založen na vyslání a zpětném příjmu vysokofrekvenčního radiového signálu odraženého od podzemních objektů (např. inženýrských sítí) a rozhraní geologického prostředí. Zdrojový impulzní signál o frekvencích řádově 10 - 1000 MHz je emitován vysílací anténou na povrchu země.

Měří se zde časy příchodu odražených radiových vln. V současné době jsou k dispozici georadary, které nejsou schopny dostatečně přesně lokalizovat inženýrské sítě pod povrchem.

ORFEUS je akronym názvu projektu „Optimised Radar to Find Every Utility in the Street“, tedy „Optimalizovaný radar k vyhledávání všech inženýrských sítí v ulicích“. Tento projekt je řešen na stavební fakultě VUT v Brně, Ústavu vodního hospodářství obcí a Ústavu geotechniky v rámci 6. rámcového programu mezinárodní spolupráce ve vědě a technice, vyhlášeném Evropskou Unií. Projekt byl zahájen v prosinci 2006 a délka jeho trvání je tři roky.

2. Cíle projektu

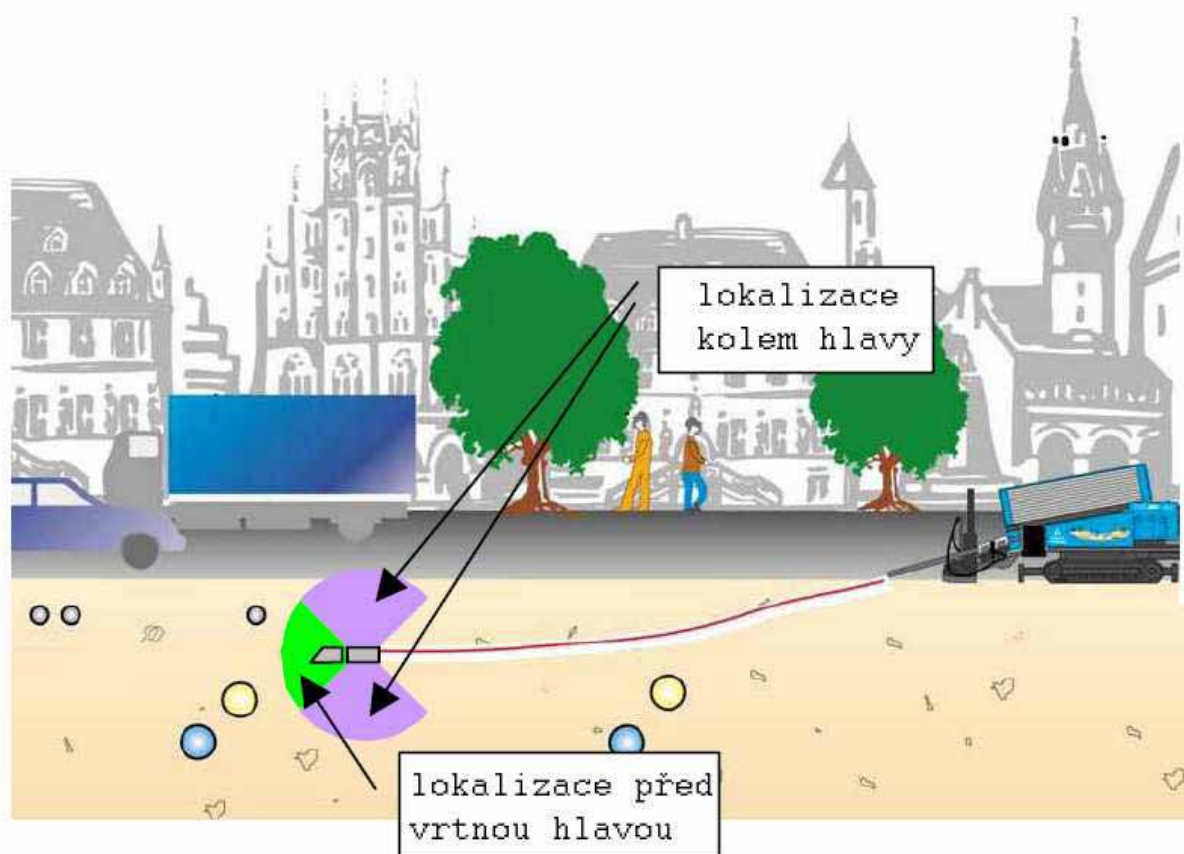
Cíle projektu jsou:

- zlepšit výkon povrchových georadarů;
- vyvinout nový radar, který bude umístěn ve vrtné hlavě říditelných vodorovných vrtných souprav pro pokládku trub a kabelů a bude poskytovat informace o překážkách před a okolo vrtné hlavy a tím provádět vrty v blízkosti inženýrských sítí bezpečněji (obr. 2).

Na projektu spolupracuje 9 partnerů (vývojová pracoviště, uživatelé a univerzity) ze 7 evropských zemí:

- OSYS Technology Ltd, Anglie;
- Ingegneria Dei Sistemi S.p.A.(IDS), Itálie;
- Gaz de France (GdF), Francie;
- Tracto-Technik Spezialmaschinen GmbH (TT), SRN;
- UK Water Industry Research Ltd (UKWIR), Anglie;
- The European Union of the Natural Gas Industry (GERG), Belgie;
- Technische Universiteit Delft, Holandsko;
- Universita Degli Studi di Firenze, Itálie;
- Vysoké učení technické v Brně, ČR.

Projekt je řešen v úzké spolupráci s koncovými uživateli, kterým by měl finální produkt sloužit k vyhledávání inženýrských sítí. V projektu je kladen velký důraz na jejich požadavky a názory, tak aby vyvinuté zařízení pro vyhledávání inženýrských sítí v maximální míře vyhovoval jejich potřebám. Tyto organizace se podílí na projektu poskytováním dat, která jsou používána pro vývoj zařízení a v závěru i pro jeho testování. Mezi těmito uživateli jsou Gaz de France a Tracto-Technik Spezialmaschinen.



Obr. 2 – Lokalizace překážek pomocí georadaru okolo a před vrtnou hlavou u vodorovného řízeného vrtání

3. Struktura projektu

Celý projekt je rozdělen do sedmi tzv. pracovních balíčků (work package – WP). Každý WP se zabývá určitou částí projektu a je řízen některým z partnerů. Koordinátorem celého projektu (WP 7000) je OSYS (Anglie). ORFEUS projekt je organizován do:

- 2 dodavatelských pracovních balíčků souvisejících s vývojem povrchového georadaru a georadaru ve vrtné hlavě;
- 1 uživatelského pracovního balíčku, který analyzuje zkušební požadavky a následně specifikuje a provádí modifikaci testovacích míst;
- 1 univerzitního pracovního balíčku, který uskutečňuje program měření vlastností zemin;
- 1 společného pracovního balíčku, který definuje využití a patentování výsledků vývoje;
- 1 pracovního balíčku, který je určen pro šíření výsledků výzkumu;
- 1 pracovního balíčku, který je zaměřen na management celého projektu.

WP 1000 Povrchový georadar

- požadavky na georadar;
- vývoj povrchového georadaru;
- testování georadaru.

Úkolem tohoto WP je definice požadavků na výkon a funkčnost georadaru pro vyhledávání všech typů inženýrských sítí. Dále vývoj nového typu adaptivních antén, kontrolních a řídicích systémů georadaru a laboratorní testování charakteristik systému. Navržený nový typ georadaru bude testován v různých typech zemin.

WP 2000 Georadar ve vrtné hlavě

- požadavky na georadar;
- vývoj georadaru do vrtné hlavy;
- testování georadaru.

V první fázi budou navrženy parametry, které musí splňovat georadar umístěný ve vrtné hlavě pro vodorovné vrtání se zpětným zatahováním. Ve druhé fázi proběhne vývoj, který bude zaměřen na integraci nového typu antén do vrtné hlavy, elektroniky umístěné ve vrtné hlavě, přenosu dat z vrtné hlavy k vrtmistrovi, napájení georadaru a konstrukci vrtné hlavy. Dále bude navržen software pro analýzu získaných údajů z georadaru. Georadar bude testován v různých typech zemin a při různých překážkách.

WP 3000 Vývoj testovacího místa

Cílem tohoto pracovního balíčku je vyvinout testovací stanoviště pro měření výkonů prototypu povrchového georadaru v různých podmínkách do hloubky 1,5 m.

WP 4000 Měření charakteristik zemin

- výběr a implementace metod;
- program měření.

Cílem tohoto pracovního balíčku je měření elektrických parametrů zemin. Měření bude prováděno na vybraných zeminách, při různých teplotách a vlhkosti. Výsledkem měření bude vědecký podklad pro optimální návrh typu georadaru pro různé typy zemin. Pro praktické použití georadaru bude pro část Evropy zpracována „mapa vhodnosti použití georadaru“ a to z výsledků měření elektrických a geotechnických charakteristik zemin.

WP 5000 Využití

- analýza koncových uživatelů;
- definice produktu;
- plánování využití.

Cílem tohoto pracovního balíčku je specifikace výsledného produktu po vývoji prototypu a výsledků testů uskutečněných během projektu ORFEUS.

WP 6000 Zveřejnění a prezentace výsledků

- internetové stránky;
- konference a workshopy;
- závěrečné zprávy;
- publikace.

Během celého projektu, a zejména v jeho finální fázi, budou výsledky prezentovány potenciálním uživatelům a výzkumným pracovištím v celé Evropě. V roce 2009 bude za tímto účelem konána mezinárodní konference, a každý z partnerů uspořádá podobnou akci na národní úrovni. Výsledky budou publikovány v odborných časopisech, na konci projektu bude vydána závěrečná zpráva, uživatelská příručka a manuál k produktu. Informace o vyvinutém georadaru budou zahrnuty do vzdělávacích programů na evropských vysokých školách.

WP 7000 Management projektu

Řízení celého projektu zahrnuje ustanovení systému komunikace mezi partnery, definici pravidel a formy výročních zpráv, plánování a organizaci každoročního setkání partnerů, sledování organizace práce a využití pracovníků, sledování odchylek od plánu práce, podávání zpráv Evropské komisi, koordinace vydávaných vědeckých dokumentů a prezentace projektu a zajištění šíření produktu po ukončení projektu.

4. Závěr

Příspěvek stručně představuje mezinárodní projekt ORFEUS, zabývající se vývojem a zdokonalením georadarů pro vyhledávání inženýrských sítí uložených v zemi. Jsou zde uvedeny základní cíle projektu ORFEUS, organizace, které se na jeho řešení podílí, struktura a současný stav projektu. Po jeho ukončení v roce 2009 bude k dispozici nově navržený georadar pro vyhledávání inženýrských sítí a překážek pod povrchem a georadar ve vrtné hlavě, který bude zajišťovat větší bezpečnost při vrtání v blízkosti podzemních inženýrských sítí. Produkty budou určeny zejména provozovatelům inženýrských sítí, stavebním firmám a projekčním kancelářím.

Pozn. Tento článek byl zpracován za podpory projektu ORFEUS, Contract No. 036856 (GOCE), řešeného v rámci 6. rámcového programu EU na ÚVHO a KG, FAST VUT v Brně.

5. Literatura

1. Annex I – „Description of Work“, project ORFEUS – Optimised Radar to Find Every Utility in the Street, Contract no. 036856, Sixth Framework Programme Priority (4), Specific Targeted Research or Innovation Project
2. Firemní literatura

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
**НАУКА И ИННОВАЦИИ В СОВРЕМЕННОМ
СТРОИТЕЛЬСТВЕ – 2007**

INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE
**SCIENCE AND INNOVATIONS IN MODERN
CONSTRUCTION – 2007**

17-19 октября / october 2007 г.



Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
St. Petersburg State University of Architecture and Civil Construction



**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
КОНФЕРЕНЦИИ**

Штейнмиллер О. А., Миронов А. С. Оптимизация насосных систем подачи воды.....	171
---	-----

СЕКЦИЯ III. СИСТЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Акимов Л. И., Алексеев В. И. Шнековый обезживитель осадков сточных вод.....	177
Бальмаков М. Д. Основы нанохимии строительных материалов.....	178
Вардания М. А. Извлечение тяжелых металлов техногенным отходом.....	182
Вардания М. А., Вардересян Г. Ц., Антонян Э. Э. Комплексные сорбенты для очистки нефтесодержащих сточных вод.....	184
Васильев В. М., Ильина О. М., Верхотуров В. П. Регулирование работы канализационных насосных станций на тоннельных коллекторах глубокого заложения.....	186
Дашук Т. А., Васильев В. Ф., Дерюгин В. В., Ишлев Ю. П. Новые технологии в проектировании систем вентиляции.....	190
Дикаревский В. С., Черников Н. А. Проблемы разработки ПДС загрязняющих веществ в водные объекты.....	194
Dziopak J., Alexeev M. I., Stolzenburg O. Waste water accumulation in storage reservoirs within sewage systems.....	198
Dziopak J., Slys D. Инновационные конструкции насосно-гравитационных регулирующих резервуаров в канализационных системах.....	202
Ким А. Н., Васильев Д. А. Особенности водоснабжения фантанов.....	206
Комина Г. П., Мариненко Е. Е. Энергоэффективные технологии производства и использования альтернативных газообразных топлив.....	211
Курганов А. М., Карамбиров С. Н., Трикозюк С. А. Влияние нечеткого определения гидравлических параметров на результаты расчета систем водоснабжения.....	215
Миронов Д. А., Миронов А. М. Среда обитания без грибка.....	220
Полушкин В. И., Суханова И. И. Централизованная пылеуборка производственных помещений.....	223
Рацлавски Я. Оценка методов, используемых для санации водопроводных сетей в Чехии. Нормы и опыт.....	226
Рацлавски Я., Поспишил П., Мича Л., Скотт Г. Проект «ОРФЕУС» – оптимизированный георадар для поиска подземных инженерных сетей.....	233
Thewes M., Bielecki R. Ecological impact of underground construction methods: A methodology for evaluating and decision making.....	237
Феофанов Ю. А., Жуховицкий А. В. Изменения водопотребления в городах России и Польши.....	244
Халпурина Т. И. Технология глубокой очистки объектов малой канализации в условиях Сибири и Севера.....	248

СЕКЦИЯ IV. ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС И МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Бондаренко А. В., Бондаренко В. В., Резниченко В. В., Малыгин К. А. Многомерный оператор.....	251
Быстров В. А. Методика оценки фактической динамической нагруженности и ресурса конструкций эксплуатируемых стальных и сталежелезобетонных мостов.....	254
Быстров В. А., Ярошутин Д. А. Моделирование и оценка динамического воздействия автотранспорта на элементы мостового полотна в зоне деформационного шва.....	258

5. Raclavský, J. et al. *Báze znalostí – metody sanace vodovodních řadů*, Sborník «Mezinárodní vodohospodářské kolokvium» pořádané v rámci řešení výzkumného záměru MSM 261100006, FAST VUT v Brně, Brno 2001, s. 53–58
6. Klepsatel, F. *Mikrotunelovanie a rekonštrukcia podzemných vedení*. Bratislava: Alfa, 1991. 117 s. ISBN 80-05-01011-7
7. Raclavský, J. *Rekonstrukce vodovodních sítí – studijní materiály*. Celoživotní vzdělávání pro stavební praxi a veřejnou správu. TVHO, FAST, VUT v Brně. 2004/07
8. CEN, EN 13689 *Guidance on the classification and design of plastics piping systems used for renovation*, CEN, Brussels 2002
9. AWWA, Manual M28, *Rehabilitation of water mains*, American Water Works Association, Denver 2001
10. EN 14409 *Plastic piping systems for renovation of underground water supply networks*
11. Литература, изданная фирмами

УДК 658.512.6:658.527:69

канд. техн. наук Я. Рацлавски, канд. техн. наук П. Постпишл,
канд. техн. наук Л. Мича (Технический университет г. Брно, Чешская Республика),
Г. Скотт (OSYS Technology Ltd, Англия)

ПРОЕКТ «ОРФЕУС» – ОПТИМИЗИРОВАННЫЙ ГЕОРАДАР ДЛЯ ПОИСКА ПОДЗЕМНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ

«ОРФЕУС» (ORFEUS) – это аббревиатура названия проекта «Optimised Radar to Find Every Utility in the Street» или «Оптимизированный радар для поиска всех видов инженерных сетей, проложенных под улицами». Этот проект был разработан совместно Институтами водного хозяйства населенных пунктов и геотехники строительного факультета Технического университета в Брно как составная часть 6 рамочной программы международного сотрудничества в области науки и техники, провозглашенной Европейским Союзом. Начало проекту было положено в декабре 2006 г. и он рассчитан на три года.

Street works are a familiar problem for most of us. Maintaining and renewing buried infrastructure can cause traffic congestion and the traffic is increasing, with a 50% rise in vehicles being predicted over the period from 1996 to 2030. The European Commission has recognised the potential for plant location technology to safeguard the environment and is supporting a project, under the Sixth Framework Programme (Global Change and Ecosystems), to improve Ground Probing Radar (GPR) technology. ORFEUS is an acronym of «Optimised Radar to Find Every Utility in the Street». That is a research project supported by the European Commission under the Sixth Framework Programme – Priority 4 «Global Change and Ecosystems». The project has two aims: to improve the performance of surface deployed GPR; to develop a new radar to provide a look-ahead capability for Horizontal Directional Drilling equipment. ORFEUS is a Europe-wide project being undertaken by a consortium of nine organisations consisting of equipment developers, user organisations and academic institutions.

1. Проект «ОРФЕУС»

Проведение земляных работ на транспортных коммуникациях является проблемой, знакомой многим из нас. Ремонт и обновление подземной инфраструктуры может вызывать известные транспортные проблемы. При этом, количество транспортных средств в 1996–2030 гг. увеличится на 50%.

Европейская комиссия оценила потенциал роста поисковых технологий для обеспечения безопасности окружающей среды и начала финансировать проект, включенный в шестую рамочную программу (глобальные изменения и экосистемы), и который направлен на развитие и улучшение технологии георадаров (GPR – ground penetrating radar).

Георадар – это единственный известный метод, который позволяет определить нахождение под землей как металлических, так и неметаллических подземных объектов, таких, например, как водопроводные, газовые и канализационные трубы, а также иные инженерные сети, выполненные из различных материалов (рис. 1).



Рис. 1. Локализация инженерных сетей с помощью георадаров

Принцип георадарного метода основан на посылке и приеме высокочастотного радиосигнала, отраженного от подземных объектов (напр., инженерных сетей) и границ геологической среды. Импульсный сигнал источника сигналов частотой 10–1000 МГц излучается передающей антенной на земную поверхность, после чего, измеряется время возвращения отраженных радиоволн. В настоящее время имеются георадары, которые неспособны достаточно точно локализовать инженерные сети под земной поверхностью.

«ОРФЕУС» (ORFEUS) – это аббревиатура названия проекта «Optimised Radar to Find Every Utility in the Street» или «Оптимизированный радар для поиска всех видов инженерных сетей, проложенных под улицами». Этот проект был разработан совместно Институтами водного хозяйства населенных пунктов и геотехники строительного факультета Технического университета в Брно как составная часть 6 рамочной программы международного сотрудничества в области науки и техники, провозглашенной Европейским Союзом. Начало проекту было положено в декабре 2006 г. и он рассчитан на три года.

2. Цель проекта «ОРФЕУС»

Целью проекта ОРФЕУС является:

- улучшение эффективности георадаров поверхности;
- разработка нового радара, который будет размещаться в буровой головке управляемых горизонтальных бурильных агрегатов, предназначенных для прокладки труб и кабелей, и который будет предоставлять информацию о препятствиях, находящихся перед и по бокам головки бура, что позволит снизить риск повреждения инженерных сетей при бурении в их непосредственной близости (рис. 2).

В работе над проектом сотрудничают 9 партнеров (проектные мастерские, пользователи и университеты) из 7 европейских стран:

- OSYS Technology Ltd, Англия;
- Ingegneria Dei Sistemi S.p.A.(IDS), Италия;
- Gaz de France (GdF), Франция;
- Tracto-Technik Spezialmaschinen GmbH (TT), ФРГ;
- UK Water Industry Research Ltd (UKWIR), Англия;
- The European Union of the Natural Gas Industry (GERG), Бельгия;

- Technische Universiteit Delft, Голландия;
- Università Degli Studi di Firenze, Италия;
- Технический университет в Брно, Чехия.

Проект разработан в тесном сотрудничестве с финальными пользователями, которые будут использовать финальный продукт для поиска инженерных сетей. Для того, чтобы разрабатываемое оборудование для поиска инженерных сетей максимально соответствовало потребностям пользователей, при разработке проекта большое внимание уделялось их требованиям и точке зрения. Эти организации принимают участие в проекте предоставлением данных, которые используются при разработке и испытаниях оборудования. Такими пользователями являются «Gaz de France» и «Tracto-Technik Spezialmaschinen».

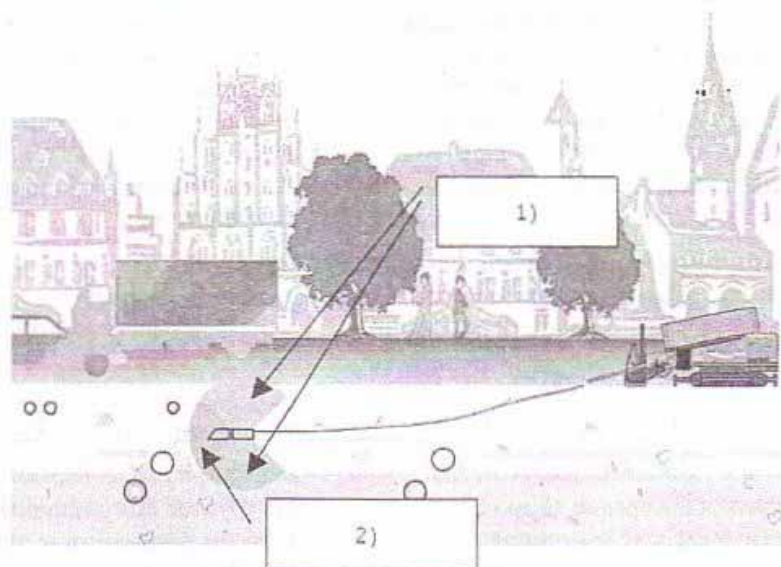


Рис. 2 Локализация с помощью георадара препятствий, находящихся по бокам и перед буровой головкой при горизонтальном бурении

1 – локализация по бокам буровой головки, 2 – локализация перед буровой головкой

3. Структура проекта

Весь проект разделен на семь, так называемых, рабочих пакетов (work package – WP). Каждый WP посвящен определенной части проекта и управляется одним из партнеров. Координатором всего проекта (WP 7000) является OSYS (Англия). Проект «ОРФЕУС» состоит из:

- 2 подрядных рабочих проекта, связанные с разработкой георадара поверхности и георадара в буровой головке;
- 1 рабочего пакета пользователя, в котором анализируются требования на испытания, а также специфицируются и модифицируются рабочие места для проведения испытаний;
- 1 университетского пакета, в котором реализуется программа измерения характеристик грунтов;
- 1 общего рабочего пакета, в котором устанавливаются использование и патентирование результатов разработки;
- 1 рабочего пакета, который предназначен для распространения результатов исследований;
- 1 рабочего пакета, который занимается менеджментом всего проекта.

WP 1000 Георадар поверхности

- требования к георадару;

- разработка георадара поверхности;
- испытание георадара.

Задачей данного WP является определение требований на производительность и работу георадара для поиска всех типов инженерных сетей, разработка нового типа адаптивных антенн, систем управления и контроля георадара и лабораторные испытания характеристик системы. Разработанный новый тип георадара будет испытываться для различных типов грунтов.

WP 2000 Георадар в буровой головке

- требования к георадару;
- разработка георадара для буровой головки;
- испытание георадара.

На первом этапе будут разработаны параметры, которым должен соответствовать георадар, расположенный в буровой головке для горизонтального бурения с возвратом. Вторая фаза будет направлена на разработку технического решения для размещения в буровой головке нового типа антенн, электроники, системы передачи информации о бурении буровому мастеру, энергоснабжения георадара, а также конструкции головки. Кроме того, будет разработано программное обеспечение для проведения анализа полученных с помощью георадара данных. Георадар будет испытываться для различных типов грунтов и препятствий.

WP 3000 Разработка рабочих мест для проведения испытаний

Целью данного рабочего пакета является разработка рабочего места для измерения производительности георадара поверхности в различных условиях на глубину до 1,5 м.

WP 4000 Измерение характеристик грунтов

- выбор и внедрение методов;
- программа измерений.

Целью данного рабочего пакета является измерение электрических параметров грунтов. Будет производиться измерение характеристик выбранных грунтов при различных температурах и влажности. Результат измерений будет являться научным фундаментом для разработки оптимального типа георадара для различных типов грунтов. Для практического использования георадара (на основании результатов измерения электрических и геотехнических характеристик грунтов) для части Европы будет составлена «карта возможности применения георадара».

WP 5000 Применение

- анализ финальных пользователей;
- определение продукта;
- планирование применения.

Целью данного рабочего проекта является специфицирование финального продукта для разработки прототипа и результатов испытаний, проведенных при разработке проекта «ОРФЕУС».

WP 6000 Опубликование и презентация результатов

- интернет-сайты;
- конференции и «workshops»;
- заключительные протоколы;
- публикации.

На протяжении всей работы над проектом, особенно в его финальной стадии, полученные результаты будут предоставляться потенциальным пользователям и научно-исследовательским центрам всей Европы. Для этого в 2009 г. будет проведена международная конференция, после которой каждый из партнеров организует подобную конференцию на национальном уровне. Результаты будут опубликованы в профильных журналах, а по окончании проекта будет опубликовано

ликован заключительный протокол, руководство для пользователя и справочник по продукту. Информация о разработанном георадаре будет включена в учебную программу европейских высших учебных заведений.

WP 7000 Менеджмент проекта

Управление всем проектом включает в себя внедрение системы коммуникации между партнерами, определение правил и форм годовых отчетов, планирование и организацию ежегодной встречи партнеров, наблюдение за организацией работ и использованием рабочего времени сотрудников, контроль за соблюдением плана выполнения работ, информирование Европейской Комиссии, координацию выдачи научной документации и презентаций проекта, а также обеспечение распространения продукта по окончании проекта.

4. Заключение

В материале кратко представлен международный проект «ОРФЕУС», направленный на разработку и усовершенствование георадаров для поиска инженерных сетей под поверхностью земли. В нем приводятся основные цели проекта, организации, принимающие участие в работе над ним, структура и актуальное состояние проекта. Результатом окончания проекта в 2009 г. будет появление нового георадара для поиска инженерных сетей и препятствий под поверхностью земли и георадар в буровой головке, который позволит снизить риск повреждения инженерных сетей при бурении в их непосредственной близости. Продукты будут предназначены, прежде всего, для организаций, занимающихся эксплуатацией подземных инженерных сетей, строительных фирм и проектных институтов.

Прим. Данная статья была написана при поддержке проекта «ОРФЕУС», Contract No. 036856 (GOCE), который был разработан Институтами водного хозяйства населенных пунктов и геотехники строительного факультета Технического университета в Брно и является составной частью 6 рамочной программы ЕС.

Литература:

1. Annex I – «Description of Work», project ORFEUS – Optimised Radar to Find Every Utility in the Street, Contract no. 036856, Sixth Framework Programme Priority (4), Specific Targeted Research or Innovation Project.
2. Литература, изданная фирмами.

UDK 658.512.6:658.527:69

prof. Dr. Markus Thewes (Institute for tunneling, pipeline construction and construction management, Germany),

Dr. Rolf Bielecki (German Society for trenchless technologies (GSTT), Germany)

ECOLOGICAL IMPACT OF UNDERGROUND CONSTRUCTION METHODS: A METHODOLOGY FOR EVALUATING AND DECISION MAKING

Abstract

Interventions in nature and landscape as well as in the built environment increasingly require methods which are conserving energy and natural resources. The sustainability of the intervention and the compatibility concerning the ecological balance can be guaranteed only in such a way. Various environmental effects play a role during the realisation and exploitation phase of underground infrastructure facilities (e.g. utility networks as well as traffic tunnel) and have to be considered during the design phase. Project-specific interventions to the environment can be detected based on standardised rules and in terms of individual cases. Accordingly results are obtained which are essential to make up a balance and to choose a reasonable construction method. Thereby, negative effects to the ecology can already be reduced



NO DIG

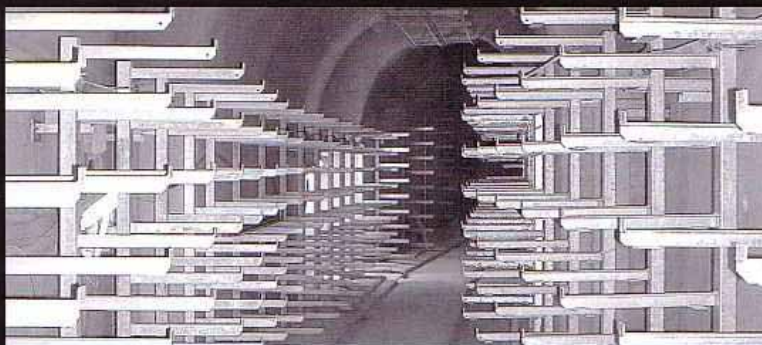
ZPRAVODAJ ČESKÉ SPOLEČNOSTI PRO BEZVÝKOPOVÉ TECHNOLOGIE
MAGAZINE OF CZECH SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY

Vychází čtyřikrát ročně

Toto číslo vyšlo se sponzorským příspěvkem
firmy Kolektory Praha a. s. dne 15. června 2007
Redakční uzávěrka: 24. dubna 2007

Issued four times a year

This number was issued with the sponsoring contribution
of Kolektory Praha a. s. on June 15, 2007
Editorial close: April 24, 2007



REDAKČNÍ RADA

PŘEDSEDA:

Doc. Ing. Petr Šrytr, CSc. – ČVUT FSV

SEKRETÁŘ CzSTT:

Ing. Jiří Kubálek, CSc.

ČLENOVÉ:

Ing. Stanislav Drábek – AD SERVIS
TERRABOR, s.r.o.

Ing. Miloš Karásek – BVK a.s.

Ing. Tomáš Kubát – Skanska CZ a.s.

Ing. Oldřich Kůra – SEBAK, spol. s r.o.

Ing. Marian Krčík

Ing. Jaroslav Raclavský, PhD. – ÚVHO FAST
VUT v Brně

GRAFICKÁ ÚPRAVA:

M. A. Martina Koželuhová

ADRESA REDAKCE:

CzSTT, Bezová 1658/1, 147 00 Praha 4

Tel./fax: 244 062 722

E-mail: czstt@czn.cz, office@czstt.cz

VYDÁVÁ CzSTT:

Česká společnost pro bezvýkopové
technologie

Bezová 1658/1, 147 00 Praha 4

REGISTRACE:

MV ČR II/s – OS/1 – 25465/94 – R

SAZBA:

Studio GSW, Praha

TISK:

Tiskárna Sprint Servis, Praha
ISSN 1214-5033

EDITORIAL BOARD:

CHAIRMAN:

Doc. Ing. Petr Šrytr, CSc. – ČVUT FSV

Secretary CzSTT:

Ing. Jiří Kubálek, CSc.

MEMBERS:

Ing. Stanislav Drábek – AD SERVIS
TERRABOR, s.r.o.

Ing. Miloš Karásek – BVK a.s.

Ing. Tomáš Kubát – Skanska CZ a.s.

Ing. Oldřich Kůra – SEBAK, spol. s r.o.

Ing. Marian Krčík

Ing. Jaroslav Raclavský, PhD. – ÚVHO FAST
VUT v Brně

GRAPHIC DESIGN:

M. A. Martina Koželuhová

EDITORIAL OFFICE:

Bezová 1658/1, 147 14 Praha 4

Phone/Fax: +420 244 062 722

E-mail: czstt@czn.cz, office@czstt.cz

PUBLISHED BY CzSTT

Czech Society for Trenchless Technology,
Bezová 1658/1, 147 14 Praha 4

REGISTRATION:

MV ČR II/s – OS/1 – 25465/94 – R

SET:

Studio GSW, Praha

PRINTED:

Tiskárna Sprint Servis, Praha
ISSN 1214-5033

OBSAH

CONTENS



I. ÚVODNÍK

Otakar Čapek

II. Z ČINNOSTI ISTT

1. Středisko zdrojů technických informací zahájilo provoz

Ing. Jiří Kubálek, CSc.

III. Z ČINNOSTI CzSTT

1. Zpráva z Valné hromady CzSTT

Ing. Jiří Kubálek, CSc.

2. Poděkování

prof. RNDr. Miloši Karousovi, Dr.Sc.

Ing. Stanislav Drábek

IV. NA ODBORNÉ TÉMA

1. Školení pro pracovníky v oboru bezvýkopových technologií

Ing. Pavel Drábek

2. Projekt ORFEUS

Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D. aj.

V. ZE STAVEB

1. Velký tunel v Šanghaji protlačovaný v ochranném trubkovém plášti

2. Kolektorová síť hlavního města Prahy

Ing. Petra Martinková

VI. RŮZNÉ

1. Novinky ze zahraničí

Ing. Stanislav Drábek

2. Světový tunelářský kongres v Praze

Ing. Karel Franczyk

3. Kalendář NO-DIG

I. LEADING ARTICLE

Otakar Čapek

II. NEWS FROM ISTT

1. Trenchless Resource Centre started

Ing. Jiří Kubálek, CSc.

III. NEWS FROM CzSTT

1. Report on Annual meeting of CzSTT

Ing. Jiří Kubálek, CSc.

2. Vote of thanks to

prof. RNDr. Miloš Karous, Dr.Sc.

Ing. Stanislav Drábek

IV. TECHNICAL TOPICS

1. Training course for trenchless technologists

Ing. Pavel Drábek

2. Project ORFEUS

Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D. at all

V. FROM CONSTRUCTION SITES

1. Installing a large profile jacket tunnel using steel pipe arch support in Shanghai

2. Service tunnel network of Prague

Ing. Petra Martinková

VI. MISCELLANEOUS INFORMATION

1. News from abroad

Ing. Stanislav Drábek

2. World Tunnel Congress in Prague

Ing. Karel Franczyk

3. NO-DIG Calendar

ŠKOLENÍ PRO PRACOVNÍKY V OBORU BEZVÝKOPOVÝCH TECHNOLOGIÍ

Ing. Pavel Drábek,
Transtech CS, spol. s r.o.
E-mail: drabek@vermeer.cz
Web: www.vermeer.cz



V současné době je celosvětovým trendem zvyšování kvality a produktivity práce při snižujícím dopadu činnosti na ekologii a životní prostředí. Společnost **Transtech CS, spol. s r.o.** si je tohoto vývoje vědoma a snaží se svým zákazníkům nabídnout alternativy, které vyhovují současným požadavkům investorů a nadměrně nezatěžují naše okolí. Stejně jako každý rok, i v letošním roce, bylo zorganizováno „Školení pro pracovníky v oboru bezvýkopových technologií“. Ve spolupráci s firmou **Vermeer** (výrobce strojů pro bezvýkopové technologie), **DCI** (výrobce lokalizačních zařízení) a **Baroid** (dodavatel výplachových aditiv) jsme zorganizovali v krásném prostředí jižní Moravy setkání pracovníků v oboru řízeného horizontálního vrtání. Školení probíhalo v hotelu Arkáda v Bučovicích v termínu 5. – 6. 3. 2007.

Účast více než 50ti zájemců potvrdila zvyšující se zájem o tyto technologie a produkty. Hlavní důraz při přípravě školení a v průběhu přednášek byl věnován technikám vrtání, novým strojům a příslušenství a v neposlední řadě technice vrtání tvrdých hornin včetně všech jeho aspektů. Novinkou ve vrtání tvrdých hornin je použití technologie R.A.T.T. Jedná

se o systém, který lze použít i při měnicích se půdních podmínkách. Doposud při vrtání měnicích se podloží (skála, šterk, valouny, písek, jíla...) docházelo k situaci, kdy nebylo možné sjednotit vrtací nástroje. To neplatí v případě R.A.T.T. systému. Rozdíl proti používanému Mud Motoru je ve značně snížené spotřebě výplachové kapaliny, menším poloměru chybu a již zmíněném řízení i v měnicích se podloží. Záznamy přednášek a podrobnější informace lze získat na adrese drabek@vermeer.cz.

Setkání bylo otevřeno všem pracovníkům v oboru řízeného horizontálního vrtání nezávisle na tom, jaký stroj či technologii používají. Výměna zkušeností a diskuze nad vznesenými dotazy přinesla mnohé zajímavé poznatky, které lze využít v nadcházející pracovní sezóně.

V průběhu letošního roku plánujeme informovat zájemce o tuto problematiku, o novinkách, nových postupech a trendech pomocí našich webových stránek. Blíží informace lze rovněž získat i u našich zástupců.

Transtech CS, spol. s r.o.
Průběžná 80/b, 100 00 Praha 6
Tel.: +420 2 74812221
Fax: +420 2 74814287
Email: info@transtechcs.cz
Web: www.vermeer.cz



PROJEKT ORFEUS – OPTIMALIZOVANÝ GEORADAR PRO VYHLEDÁVÁNÍ PODZEMNÍCH INŽENÝRSKÝCH SÍTÍ

Jaroslav RACLAVSKÝ¹⁾, Pavel POSPÍŠIL²⁾,
Lumír MÍČA³⁾, Howard SCOTT⁴⁾

Abstract

Street works are a familiar problem for most of us. Maintaining and renewing buried infrastructure can cause traffic congestion and the traffic is increasing, with a 50% rise in vehicles being predicted over the period from 1996 to 2030.

The European Commission has recognised the potential for plant location technology to safeguard the environment and is supporting a project, under the Sixth Framework Programme (Global Change and Ecosystems), to improve Ground Probing Radar (GPR) technology. ORFEUS is an acronym of „Optimised Radar to Find Every Utility in the Street“. That is a research project supported by the European

Commission under the Sixth Framework Programme – Priority 4 „Global Change and Ecosystems“. The project has two aims:

- to improve the performance of surface deployed GPR;
- to develop a new radar to provide a look-ahead capability for Horizontal Directional Drilling equipment.

ORFEUS is a Europe-wide project being undertaken by a consortium of nine organisations consisting of equipment developers, user organisations and academic institutions.

1. Projekt ORFEUS

Výkopové práce v komunikacích jsou důvěrně známým problémem pro většinu z nás. Údržba a obnova podzemní infrastruktury může způsobovat dopravní problémy a doprava se navíc, podle výzkumů, v letech 1996 až 2030 zvýší o 50%.

Evropská komise rozpoznala potenciál růstu vyhledávacích technologií pro zajištění bezpečnosti životního prostředí a financuje projekt pod šestým rámcovým programem (globální změna a ekosystémy), který je zaměřen na vývoj a zlepšení technologie georadarů (GPR – ground penetrating radar).

Georadar je jediná známá metoda, která může zjistit jak kovové, tak nekovové podzemní ob-

jekty např. vodovodní, plynovodní a kanalizační trouby a další inženýrské sítě z různých materiálů (obr. 1).



Obr. 1 Lokalizace inženýrských sítí pomocí georadaru

Princip georadarové metody je založen na vyslání a zpětném příjmu vysokofrekvenčního rádiového signálu odraženého od podzemních objektů (např. inženýrských sítí) a rozhraní geologického prostředí. Zdrojový impulsní signál o frekvencích řádově 10 – 1000 MHz je emitován vysílací anténou na povrchu země. Měří se zde časy příchodu odražených rádiových vln. V současné době jsou k dispozici georadary, které nejsou schopny dostatečně přesně lokalizovat inženýrské sítě pod povrchem.

¹⁾ Ing., Ph.D., Vysoké učení technické v Brně, fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí, Žitkova 17, 602 00 Brno, e-mail: raclavsky.j@fce.vutbr.cz, tel.: +420 54114 7726

²⁾ RNDr., Ph.D., Vysoké učení technické v Brně, fakulta stavební, Ústav geotechniky

³⁾ Ing., Ph.D., Vysoké učení technické v Brně, fakulta stavební, Ústav geotechniky

⁴⁾ OSYS Technology Ltd, Anglie

ORFEUS je akronym názvu projektu „Optimised Radar to Find Every Utility in the Street“, tedy „Optimalizovaný radar k vyhledávání všech inženýrských sítí v ulicích“. Tento projekt je řešen na stavební fakultě VUT v Brně, Ústavu vodního hospodářství obcí a Ústavu geotechniky v rámci 6. rámcového programu mezinárodní spolupráce ve vědě a technice, vyhlášeném Evropskou Unií. Projekt byl zahájen v prosinci 2006 a délka jeho trvání je tři roky.

2. Cíle projektu

Cíle projektu jsou:

- zlepšit výkon povrchových georadarů;
- vyvinout nový radar, který bude umístěn ve vrtné hlavě vrtných souprav pro pokládku trub a kabelů a bude poskytovat informace o překážkách před a okolo vrtné hlavy a tím provádět vrty v blízkosti inženýrských sítí bezpečněji (obr. 2).

Na projektu spolupracuje 9 partnerů (vývojová pracoviště, uživatelé a univerzity) ze 7 evropských zemí:

- OSYS Technology Ltd, Anglie;
- Ingegneria Dei Sistemi S.p.A.(IDS), Itálie;
- Gaz de France (GdF), Francie;
- Tracto-Technik Spezialmaschinen GmbH (TT), SRN;
- UK Water Industry Research Ltd (UKWIR), Anglie;
- The European Union of the Natural Gas Industry (GERG), Belgie;
- Technische Universiteit Delft, Holandsko;
- Università Degli Studi di Firenze, Itálie;
- Vysoké učení technické v Brně, ČR.

Projekt je řešen v úzké spolupráci s koncovými uživateli, kterým by měl finální produkt sloužit k vyhledávání inženýrských sítí. V projektu je

kladen velký důraz na jejich požadavky a názory, tak aby vyvinuté zařízení pro vyhledávání inženýrských sítí v maximální míře vyhovoval jejich potřebám. Tyto organizace se podílí na projektu poskytováním dat, která jsou používána pro vývoj zařízení a v závěru i pro jeho testování. Mezi těmito uživateli jsou Gaz de France a Tracto-Technik Spezialmaschinen.

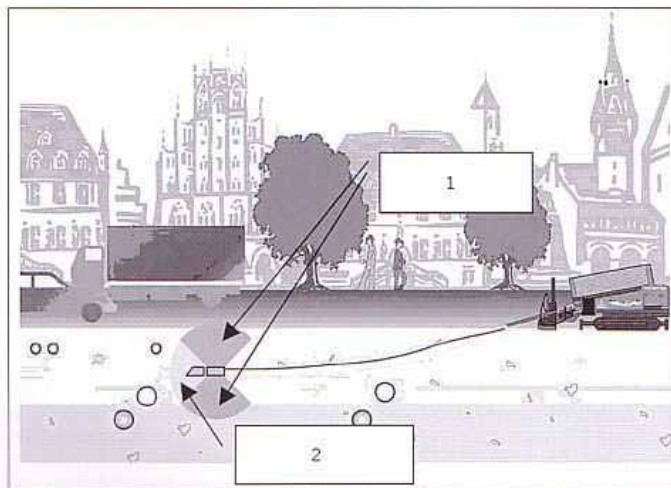
3. Struktura projektu

Celý projekt je rozdělen do sedmi tzv. pracovních balíčků (work package – WP). Každý WP se zabývá určitou částí projektu a je řízen některým z partnerů. Koordinátorem celého projektu (WP 7000) je OSYS (Anglie). ORFEUS projekt je organizován do:

- 2 dodavatelských pracovních balíčků souvisejících s vývojem povrchového georadaru a georadaru ve vrtné hlavě;
- 1 uživatelského pracovního balíčku, který analyzuje zkušební požadavky a následně specifikuje a provádí modifikaci testovacích míst;
- 1 univerzitního pracovního balíčku, který uskutečňuje program měření vlastností zemín;
- 1 společného pracovního balíčku, který definuje využití a patentování výsledků vývoje;
- 1 pracovního balíčku, který je určen pro šíření výsledků výzkumu;
- 1 pracovního balíčku, který je zaměřen na management celého projektu.

WP 1000 Povrchový georadar

- požadavky na georadar;
- vývoj povrchového georadaru;
- testování georadaru.



Obr. 2 Lokalizace překážek pomocí georadaru okolo a před vrtnou hlavou u vodorovného řízeného vrtání

Úkolem tohoto WP je definice požadavků na výkon a funkčnost georadaru pro vyhledávání všech typů inženýrských sítí. Dále vývoj nového typu adaptivních antén, kontrolních a řídících systémů georadaru a laboratorní testování charakteristik systému. Navržený nový typ georadaru bude testován v různých typech zemin.

WP 2000 Georadar ve vrtné hlavě

- požadavky na georadar;
- vývoj georadaru do vrtné hlavy;
- testování georadaru.

V první fázi budou navrženy parametry, které musí splňovat georadar umístěný ve vrtné hlavě pro vodorovné vrtání se zpětným zatahováním. Ve druhé fázi proběhne vývoj, který bude zaměřen na integraci nového typu antén do vrtné hlavy, elektroniky umístěné ve vrtné hlavě, přenosu dat z vrtné hlavy k vrtmistrotví, napájení georadaru a konstrukci vrtné hlavy. Dále bude navržen software pro analýzu získaných údajů z georadaru. Georadar bude testován v různých typech zemin a při různých překážkách.

WP 3000 Vývoj testovacího místa

Cílem tohoto pracovního balíčku je vyvinout testovací stanoviště pro měření výkonů prototypu povrchového georadaru v různých podmínkách do hloubky 1, 5 m.

WP 4000 Měření charakteristik zemín

- výběr a implementace metod;
- program měření.

Cílem tohoto pracovního balíčku je měření elektrických parametrů zemín. Měření bude prováděno na vybraných zeminách, při různých teplotách a vlhkostech. Výsledkem měření bude vědecký podklad pro optimální návrh typu georadaru pro různé typy zemín. Pro praktické použití georadaru bude pro část Evropy zpracována „mapa vhodnosti použití georadaru“ a to z výsledků měření elektrických a geotechnických charakteristik zemín.

WP 5000 Využití

- analýza koncových uživatelů;
- definice produktu;
- plánování využití.

Cílem tohoto pracovního balíčku je specifikace výsledného produktu po vývoji prototypu a výsledků testů uskutečněných během projektu ORFEUS.

WP 6000 Zveřejnění a prezentace výsledků

- internetové stránky;

- konference a workshopy;
- závěrečné zprávy;
- publikace.

Během celého projektu, a zejména v jeho finální fázi, budou výsledky prezentovány potenciálním uživatelům a výzkumným pracovištím v celé Evropě. V roce 2009 bude za tímto účelem konána mezinárodní konference, a každý z partnerů uspořádá podobnou akci na národní úrovni. Výsledky budou publikovány v odborných časopisech, na konci projektu bude vydána závěrečná zpráva, uživatelská příručka a manuál k produktu. Informace o vyvinutém georadaru budou zahrnuty do vzdělávacích programů na evropských vysokých školách.

WP 7000 Management projektu

Řízení celého projektu zahrnuje ustanovení systému komunikace mezi partnery, definici pravidel

a formy výročních zpráv, plánování a organizaci každoročního setkání partnerů, sledování organizace práce a využití pracovníků, sledování odchylek od plánu práce, podávání zpráv Evropské komisi, koordinace vydávaných vědeckých dokumentů a prezentace projektu a zajištění šíření produktu po ukončení projektu.

4. Závěr

Příspěvek stručně představuje mezinárodní projekt ORFEUS, zabývající se vývojem a zdokonalením georadarů pro vyhledávání inženýrských sítí uložených v zemi. Jsou zde uvedeny základní cíle projektu ORFEUS, organizace, které se na jeho řešení podílí, struktura a současný stav projektu. Po jeho ukončení v roce 2009 bude k dispozici nově navržený georadar pro vyhledávání inženýrských sítí a překážek pod povrchem a georadar ve vrtné hlavě, který

bude zajišťovat větší bezpečnost při vrtání v blízkosti podzemních inženýrských sítí. Produkty budou určeny zejména provozovatelům inženýrských sítí, stavebním firmám a projekčním kancelářím.

Pozn.: Tento článek byl zpracován za podpory projektu ORFEUS, Contract No. 036856 (GOCE), řešeného v rámci 6. rámcového programu EU na ÚVHO a ÚG, FAST VUT v Brně.

5. Literatura

1. Annex I – „Description of Work“, project ORFEUS – Optimised Radar to Find Every Utility in the Street, Contract no. 036856, Sixth Framework Programme Priority (4), Specific Targeted Research or Innovation Project
2. Firemní literatura

VELKÝ TUNEL V ŠANGHAJI PROTLAČOVANÝ V OCHRANNÉM TRUBKOVÉM PLÁŠTI

(Vítězný projekt soutěže ISTT AWARD 2006)

Přinášíme plně znění článku popisujícího projekt soutěže ISTT NO-DIG AWARD 2006, početný I. cenu na loňské konferenci ISTT v Brisbane. Jedná se o specifické zajištění velkého tunelu pomocí bezvýkopových metod. Pro nás je zajímavé i to, že podobná technologie by se měla brzy aplikovat i v Praze.

Popis stavby

Jako důležitá součást ústředního městského okruhu v Šanghaji nedávno dokončený tunel pod křižovatkou ulice Hongxu Road výrazně snížil dopravní zácpy ve střední části města. Tunel pro komunikaci s osmi jízdními pruhy ve dvou oddělených směrech je 34 m široký, 7,85 m vysoký a 126 m dlouhý. Jeho výstavba zahrnovala také uložení 80 ocelových trub o průměru 970 mm kolem obvodu tunelu za použití mikrotunelovacích razicích strojů a protlačení železobetonového skříňového profilu vybetonovaného v protlačovací šachtě. Stavba leží v oblasti s velkým soustředěním hotelů a vil v jihovýchodní části Šanghaje. Po podrobném průzkumu a rozboru jeho výsledků bylo rozhodnuto zatlačit železobetonový propustek skříňového profilu do otvoru vytěženého pod ochrannou pláště vytvořeného z ocelových trub, aby se minimalizovalo porušení povrchu křižované komunikace a jejího okolí, zkrátilo období výstavby a snížily stavební náklady. Bylo to první použití této metody v Číně. Kromě toho je to protlak největšího průřezu na světě, prováděný ve vrstvách zvodnělého jílů.

Stavba je důležitou součástí západního úseku

ústředního městského okruhu města Šanghaje. Převádí severojižní magistrálu křižující Hongxu Road přes hotel Xijiao na Beihong Road. Použití protlaku skříňového profilu pod ochrannou pláště z ocelových trub bylo navrženo speciálně pro tuto stavbu. Její jižní šachta leží na křižovatce ulic Hongqiao Road a Hongxu Road a slouží jako startovací šachta jak pro mikrotunelování ocelových trub, tak i pro protlak skříňové konstrukce. Severní šachta leží na západní straně tenisového střediska Xianxia v areálu hotelu Xijiao a funguje jako cílová šachta. Tunel podchází park obklopující ulici Hongqiao Road a hotel Xijiao.

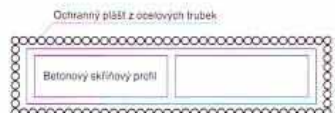
Charakter terénu

Charakter terénu způsobil velké problémy jak při projektu, tak i při stavbě. Zeminy pozůstávají hlavně z jílů a prachového jílů s obsahem vlhkosti cca 50 %, soudržností 14 kPa a úhlem vnitřního tření 10°.

Technické parametry

Tunel má obdélníkový průřez a je rozdělen do 8 segmentů. První a druhý segment jsou 18 m, třetí je 4 m dlouhý. Délka 4. až 7. segmentu je 17,5 m, poslední osmý segment je 15,2 m dlouhý. Strop tunelu má tloušťku 1,3 m, dolní deska je 1,4 m tlustá, boční stěny jsou 1,0 m a střední přepážka 0,8 m tlustá. Ocelové trubky, tvořící ochranný plášť (obr.1), jsou celkem 130 m dlouhé a jsou rozděleny na 9 úseků. Průměr všech trub je 970 mm, tloušťka stěny je 10 mm. Horní i dolní část pláště mají po 34 troubách, obě strany po

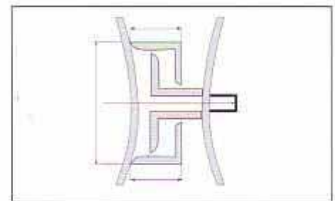
6 troubách. Aby se konstrukce „zmonolitnila“ a aby se zabránilo průsakům vody do prostoru tunelu, bylo navrženo speciální zámkové



spojení sousedních trub (viz detail na obr.2), které zajišťují celistvost pláště během celého protlačovacího procesu. Na každých 8 trub připadá jeden mikrotunelovací stroj.

Hlavní technické a inženýrské problémy

- Přesnost polohy dlouhých ocelových trub protlačovaných měkkým jílům
- Stabilita při vstupu velkého skříňového průřezu do tunelu a jeho výstupu z tunelu
- Potřebná protlačovací síla a opatření k jejímu snižování
- Řízení protlačování velkého skříňového průřezu měkkým jílům
- Stabilita čela výkopu
- Kontrola sedání



Detail zámkového spojení sousedních trub

A Clutter Canceller for Continuous Wave GPR

Gilberto Grazzini, Massimiliano Pieraccini,
Filippo Parrini, Carlo Atzeni

Dept. Electronics and Telecommunications,
University of Florence

Via Santa Marta 3, 50139, ITALY

gilberto.grazzini@unifi.it , massimiliano.pieraccini@unifi.it

Abstract— In this work an innovative clutter canceller for Continuous Wave GPR (Ground Penetrating Radar) has been designed and implemented. An IQ modulator has been used to build up the central part of the device. The IQ modulator replaces more expensive components like digital controlled phase shifters and attenuators. This device also have wider dynamics with respect to linear vectorial modulator. To prove the feasibility of the system, the effect of signal feedthrough for IQ modulators is studied. Tests and measurements of the complete device are exposed.

Index Terms—Continuous Wave, Clutter Canceller, GPR, IQ modulator,

I. INTRODUCTION

Generally speaking, the clutter is backreflected signal due to the surrounding environment and not to the proper targets [1]. The clutter can be a static signal due to targets like mountains or buildings, or can be caused by non static effects like rain, sea waves. Furthermore, clutter definition is related to the purpose of the radar: for example rain reflection can be clutter for a tracking radar while can be the target signal for a meteorological radar.

For penetrating radar, clutter is due mainly by the direct coupling between transmitting and receiving elements of the system or, for non contact system, the first reflection due to the air-surface interface. For penetrating radar aimed to detect vital signal of buried or hidden people, clutter is everything but the signal modulated by chest or heart movement[2].

Pulse radar can exploit the Range Gate Pulse approach that is able to cut the direct coupling and the first reflection, but it is not effective for distributed clutter source.

Range Gate Pulse is not applicable to Continuous Wave (CW) radar, therefore direct coupling and the first reflection are critical problems for this kind of radar.

In this paper, the authors propose a clutter canceller for coherent radar able to cut out all static clutter, so particularly suitable for detecting vital signals of buried people.

II. BACKGROUND

Generally speaking, clutter suppression for radar can be carried out by hardware and software methods. When the problem due to the clutter is a deterioration of the resulting radar image the software method is preferred, just because the duty of the clutter canceller is a clearing of the unwanted data, which in many cases can be differentiate from the target data by the property of time variation. The hardware method is used when the clutter problem can affect the detection of the target,

that is when the clutter radiofrequency power can reduce the sensitivity or even saturate the receiving sub-system components. The clutter canceller developed in this work has to be implemented in a CW radar which is used to detect the doppler shift of the electromagnetic wave reflected by a target. In this case the clutter is the whole static reflection due to the surrounding objects and to the direct coupling of the antennas. If this radar is used in Ground Penetrating System for detecting alive buried people, the clutter is then due mainly to the reflection of the air-ground interface which reflects most of the transmitted power. If this power is able to saturate the first element of the receiving sub-system is obvious that the detection is not more possible because a saturated device cannot follow the tiny variation due to the movement of chest and heart during breath and cardiac pulse. The hardware clutter canceller developed in this work eliminates the clutter power before it reaches the elements which can be saturated. The physical principle used to discriminate the target data from the received power is simple, because a CW radar which doesn't use distance measuring methods like Stepped Frequency or Frequency Modulation, can only detect the instantaneous variation of the position of the target measuring the doppler shift of the reflected electromagnetic wave. The whole static reflection, that is the reflection which doesn't vary its phase, amplitude or frequency during the measure, is clutter and then has to be eliminated. The phasorial representation of an example of received signal is shown in Fig. 1 :

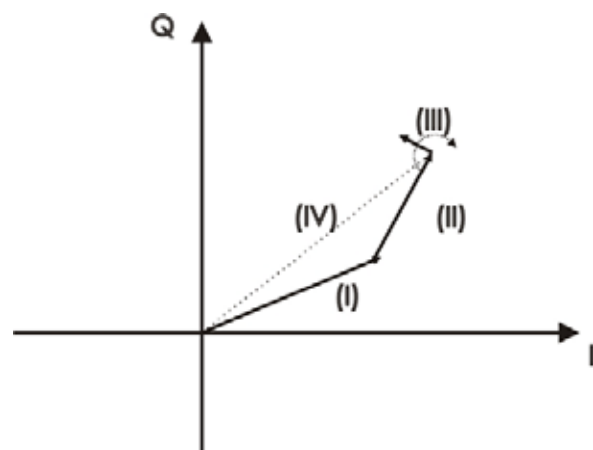


Fig. 1 – Phasorial representation of received signal

The vector (I) and (II) are representative of two generic clutter signals, so they can be summed together obtaining the dashed vector which is the total clutter. The vector (III) is the

signal due to the target which has a phase modulation due to the movement of the interface which has produced it. An analytic representation of the received signals is also shown in (1):

$$A_1 \cos(\omega t + \varphi_1) + A_2 \cos(\omega t + \varphi_2) + A_3 \cos(\omega t + \Delta\varphi(t)) \quad (1)$$

Where A_i ($i=1,2,3$) are the amplitude of the signals, ω is the pulsation, φ_i ($i=1,2$) are the static phases of the clutter signals and $\Delta\varphi(t)$ is the variable phase of the wanted signal. The first two component are the clutter signal, the third component represents the target signal with the phase referred to the displacement of the object. The next equation shows the received signal in which clutter and target signal are distinguished:

$$A_c \cos(\omega t + \varphi_c) + A_3 \cos(\omega t + \Delta\varphi(t)) \quad (2)$$

The first component represents the clutter, while the second one is the phase varying signal. To delete the clutter signal the canceller has to generate a signal whose phasor has same amplitude and an opposite phase compared with the clutter signal. This signal has to be summed with the received power with an appropriate device, and the result is shown in the next expression:

$$\begin{aligned} A_c \cos(\omega t + \varphi_c) + A_3 \cos(\omega t + \Delta\varphi(t)) - \\ A_c \cos(\omega t + \varphi_c) &= A_3 \cos(\omega t + \Delta\varphi(t)) \end{aligned} \quad (3)$$

The target signal is not affected by the cancellation, even because it has got a phase modulation which has widened his spectrum, thus the single signal produced by the clutter canceller cannot delete this information.

Fig. 2 shows the resulting signal resulting from the clutter cancellation:

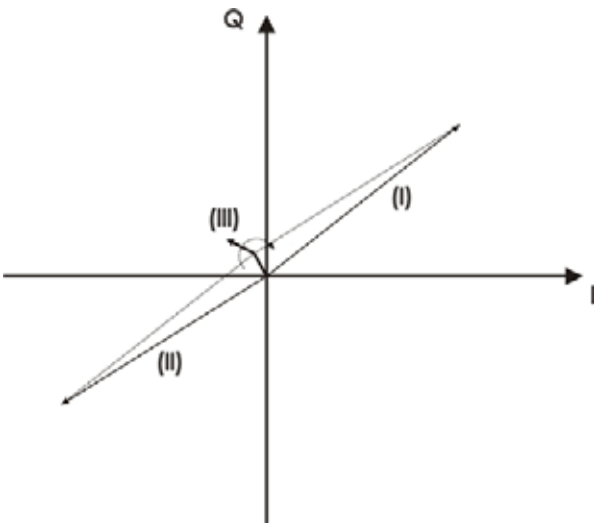


Fig. 2 – Received signal after clutter suppression

Dashed phasor number (I) indicates the total clutter signal before the suppression, signal (II) is the one used to accomplish

clutter cancellation, while (III) is the signal after the cancellation. Due to finite precision of the system, a complete clutter cancellation is not possible, so a small clutter signal has been represented together with phase varying signal. As it can be seen, signal (III) needs a lower dynamics of receiver to be correctly demodulated without reaching saturation.

III. ARCHITECTURE

In Fig. 3 it is shown a sketch of a typical coherent CW radar:

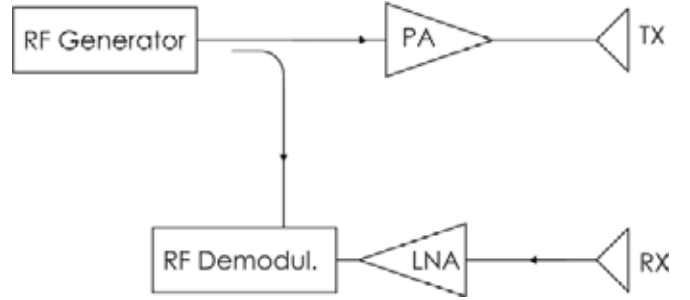


Fig. 3 - Coherent CW RADAR

The image shows the LNA *Low Noise Amplifier* as first element of a receiving sub-system, so the clutter suppression must be achieved before this stage. Fig. 4 shows the simplest way to generate the signal, that is to withdraw another part of the transmitting signal, bring the needed modify and then combine the interested signals. The duty of the clutter canceller is to bring phase shifting and attenuation or amplification at the RF withdrawal to generate the wanted signal. The basic configuration includes digital controlled phase shifter and attenuator. This configuration has the advantage in the simplicity, on the other hand the problem consists in the digital controls for the attenuator and the phase shifter. The precision for these devices is limited, and unlikely exceeds 5-6 bit, furthermore these devices are very expensive and hard to find.

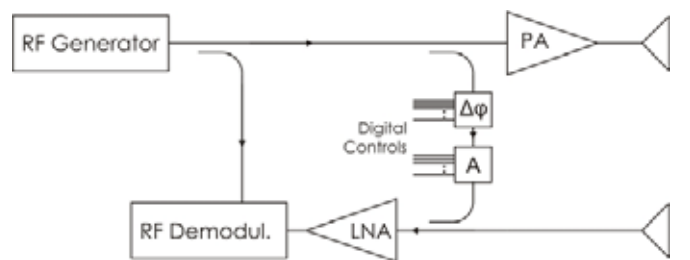


Fig. 4 – Phase-Amplitude configuration for clutter canceller

In Fig. 5 the configuration with the implementation of an IQ modulator is shown. This configuration allows an analog control of the IQ modulator, so the precision of the system can be chosen with the Digital to Analog Converter (DAC).

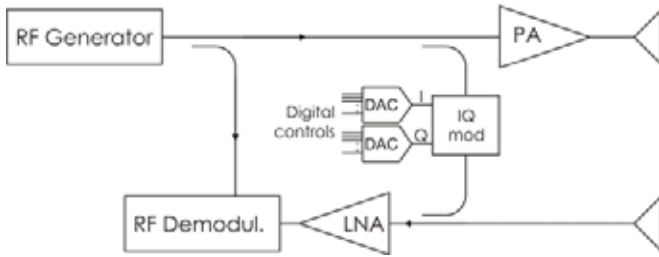


Fig. 5 – IQ configuration for clutter canceller

The IQ modulator is capable of generating a wide number of modulations, but in this application it is used to obtain a phase shifter and an attenuator in a sole device. The modulator has one RF input, 2 distinct low frequency inputs and an RF output.

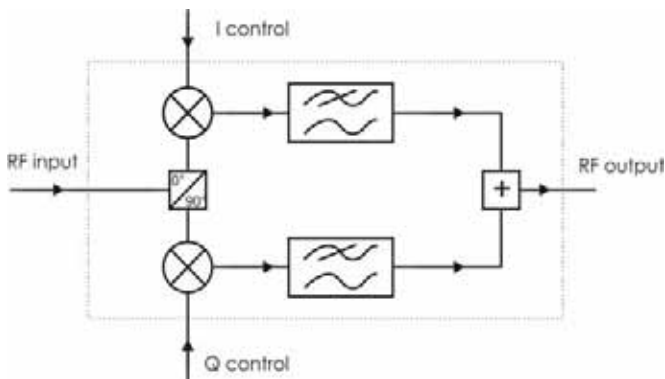


Fig. 6 – IQ modulator

Fig. 6 shows the internal configuration of a generic IQ modulator. The RF input is splitted into two quadrature vector, and then multiplied by two constant signals, which vary the amplitudes and the signs of the two separate quadrature vectors. This two signals are then summed together in order two obtain the output signal. This device allows separate controls for I and Q simply controlling two constant voltages. The main difference between this configuration and the previous one is digital interface separated from analog interface, so now the digital precision can be chosen separately from radiofrequency specifications. Previous works [3] uses IQ modulator to obtain phase shifting, while amplitude control was due to a separated attenuator, in this work the IQ modulator functions as phase shifter and attenuator together simplifying hardware configuration. Unlike vectorial modulator, also used as clutter canceller [4], IQ modulator has a wider dynamics due to the presence of mixers instead of variable attenuator. On the other hand the presence of non-linear devices like mixer brings some undesired effect. In particular there will be carrier feedthrough, that is a fraction of the input power which goes through the mixing stage without being multiplied with the DC input. This is due to an non-ideal input-output isolation. The carrier feedthrough has an amplitude which depends on many factors, but for commercial

devices this characteristic is around $-30\div-40\text{dB}$ under the RF input signal. Given that the input RF signal has to drive the local oscillator ports of two mixers, the power level has to be constant, so the feedthrough power become very relevant when the output of the IQ modulator is low with respect to RF input power. Tests are been carried out to show feedthrough behavior against any variation of IQ modulator output. Fig. 7 show the measurements setup used to characterize feedthrough behavior:

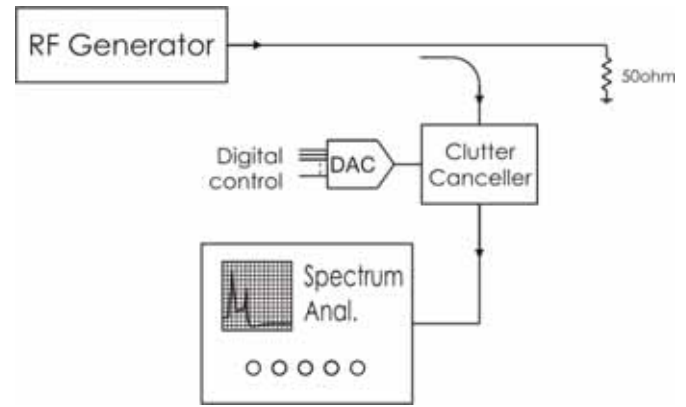


Fig. 7 – First measurement setup

The purpose of this test was to show that device feedthrough is constant against every change of I and Q voltages, so the feedthrough is static and can be considered clutter and then eliminated. To obtain this measure the clutter canceller has been driven with an amplitude constant – phase variable signal, that in the ideal case should be a circle in the IQ plane.

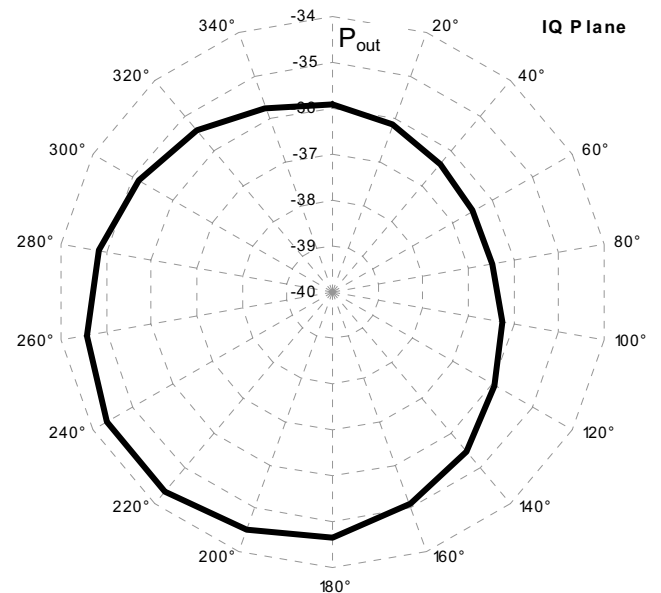


Fig. 8 – Output of IQ modulator in IQ plane

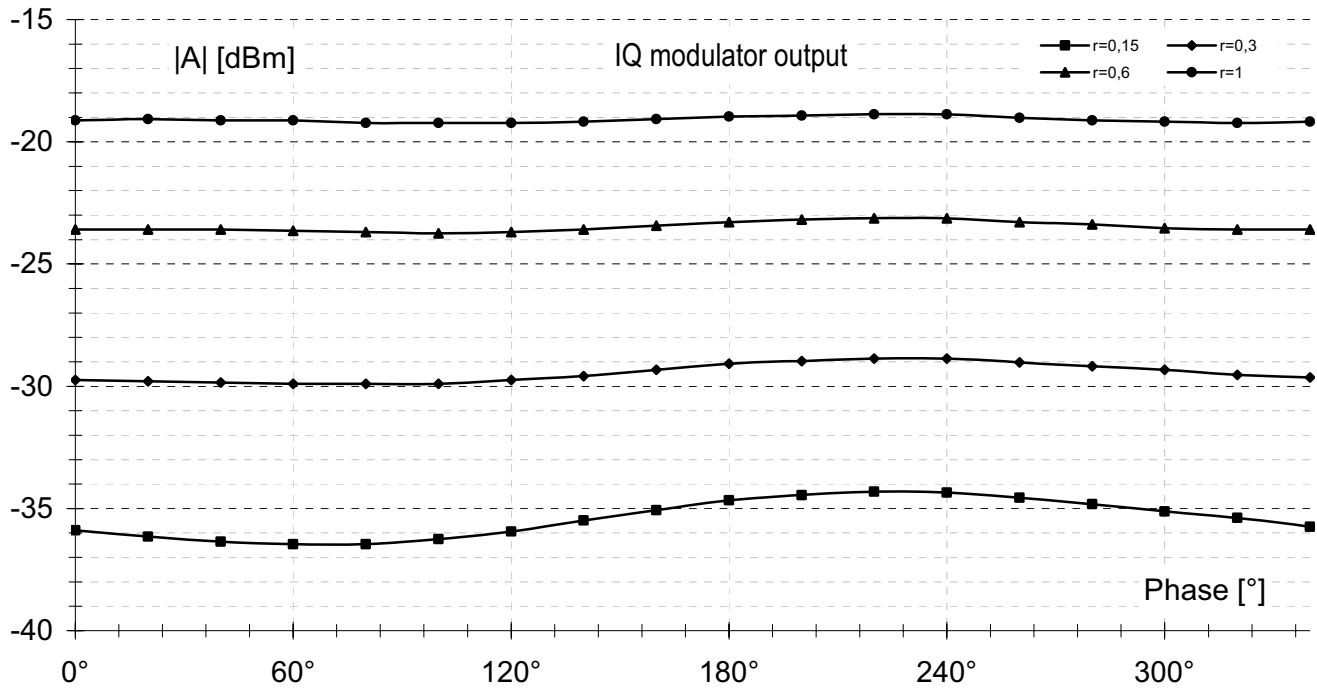


Fig. 9 - Amplitude varying IQ output

shows the output of the IQ modulator driven with amplitude constant IQ signal. In the ideal case the circle should be centered in zero, but the feedthrough shifts the circle so that it is not centered. This happens because feedthrough signal is constant against phase variations of output signal.

In the graph in Fig. 9 four different measurements are shown. These measures are obtained as the previous one driving the IQ modulator to have a constant amplitude output, but now four different amplitudes are represented with r as an arbitrary attenuation factor.

As it can be seen when the output power is low ($r=0,15$ $r=0,3$) the graph shows an ondulatory pattern which is due to the phase-varying output signal summed with the static feedthrough. This pattern diminishes when the power raises because the feedthrough power remains constant and becomes negligible with respect to output power.

These measurements show that feedthrough is a static signal, with respect to any variation of output signal, so feedthrough can be treated as clutter and appropriately cancelled.

IV. TEST MEASUREMENTS

The experimental setup which has been installed to test the complete is shown in

Fig. 10. It uses an RF cable to simulate the clutter signal, thus changing the length of the cable and the value of fixed attenuators it is able to test the device with different phase-amplitude clutter.

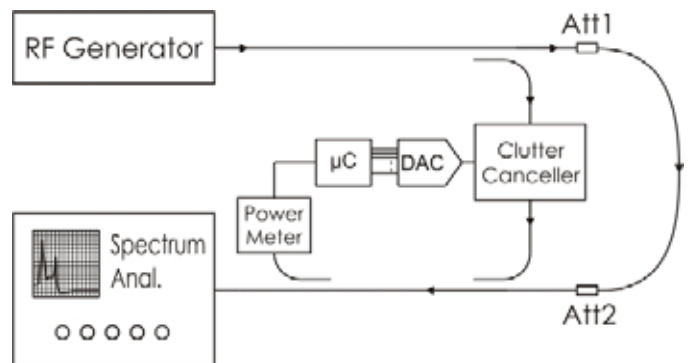


Fig. 10 - Second measurement setup

Digital control of the system is performed by a microcontroller (μC) which input is an analog voltage proportional to the input power obtained by means of a power meter. The program routine of the μC varies the clutter canceller output, and then it drives the IQ modulator to obtain the minimum power on the receiver line. On Fig. 11 final measurements are reported. There are four different measure obtained with four cables with different length, thus to have four different clutter phase. Furthermore the values of two attenuator, Att1 and Att2, have been varied to have different clutter amplitude.

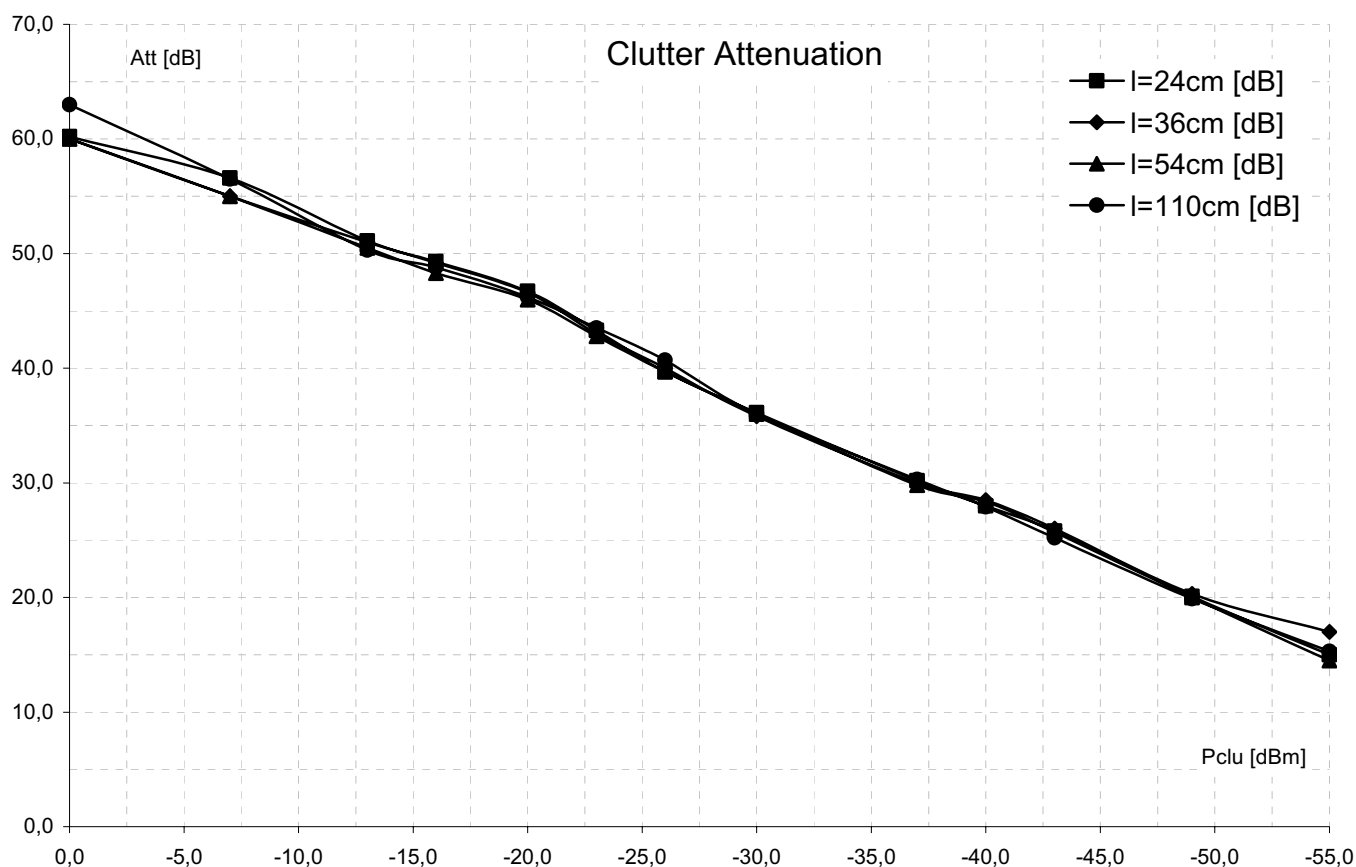


Fig. 11 – Clutter attenuation

V. CONCLUSION

Fig. 11 shows clutter attenuation against received clutter power. The attenuation factor of the clutter canceller showed in this paper reach the value of 60dB when the clutter power is high (≈ 0 dBm), otherwise there is lower attenuation when the clutter power diminishes. This is due to the finite precision of the DAC which drives the IQ modulator. This imperfection is much more visible when the clutter power is low, because the relative error increases when IQ output power decreases.

To obtain maximum performances is necessary a calibration of the system, to have the IQ modulator to work in high precision zone.

VI. ACKNOWLEDGMENTS

The activity described in this work has been partially supported by ORFEUS (Optimised Radar to Find Every Utility in the Street) Project under the Sixth Framework Programme

REFERENCES

- [1] F. E. Nathanson, *Radar Design Principles*. New York: McGraw-Hill, 1969.
- [2] K. Hatakeyama, Y. Sakata, T. Hashimoto, K. Yamauchi, "Detection of buried human body by electromagnetic wave reflection" *International Symposium on Electromagnetic Compatibility*, 1999. pp.805, May 1999
- [3] M. H. Kabutz, A. Langman, M. R. Inggs, "Hardware Cancellation of the Direct Coupling in a stepped CW Ground Penetrating Radar" *Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 1994. vol. 4, pp. 2505-2507, Aug. 1994
- [4] P. D. L. Beasley, A. G. Stove, B. J. Reits, B. As, "Solving the problems of a single antenna frequency modulated CW radar" *Radar Conference*, 1990, pp. 391-395, May 1990



OPTIMISED RADAR TO FIND EVERY UTILITY IN THE STREET



Street works are a familiar problem for most of us; the plant buried beneath our streets is complicated and the situation is getting worse. Maintaining and renewing our buried infrastructure causes traffic congestion and the traffic is increasing, with a 50% rise in vehicles being predicted over the period from 1996 to 2030 in the UK alone. The position is similar in the rest of the European Union.

Poor utility mapping increases risk of damaging buried infrastructure during street works. This can cause:

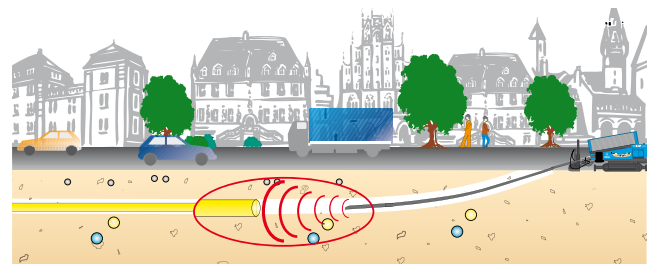
- safety problems
- Infrastructure destruction (e.g. damaged fibre optic cables can cause costs of several million €)
- Extended construction periods
- Inappropriate use of innovative technologies (e.g. No Dig Technologies) causing negative image and declining usage of those technologies

Pressure is now increasing to minimise the disruption to traffic flow caused by street works, and one of the keys will be a more accurate knowledge of what is buried where, so that excavation is only undertaken when absolutely necessary.



GPR Technology can help avoiding these problems by generating and refining of location information and in this regard, Ground Penetrating Radar is potentially extremely useful because of its capability to locate the increasing proportion of non-metallic plant that has been used in recent years.

To meet the challenge of a demanding operational environment, GPR is undergoing constant refinement and development by a number of manufactures world-wide.



The European Commission has recognised the potential of GPR technology to safeguard the environment and is supporting a project to improve the technology under the Sixth Framework Programme (Global Change and Ecosystems)

The project (known as **ORFEUS**) has two main goals:

- To improve the performance of GPR deployed on the surface to provide underground maps.
- To develop a new radar to provide a look-ahead capability for Horizontal Directional Drilling equipment.

ORFEUS is a European-wide project being undertaken by a consortium of nine organisations consisting of equipment developers, user organisations and academic institutions. The intention is to develop the new equipment as described overleaf, and then to subject it to a Europe-wide field trial programme on a range of carefully selected test sites to evaluate



evaluate the performance of the new equipment against a baseline of present day state-of-the-art equipment.

The project is scheduled to last for three years and its total value is €5M, 50% of which is contributed by the European Commission and 50% by the Consortium.

An essential part of the project is to develop a strong user input into the development and evaluation phases of the work. We seek to develop links to create an Advisory Panel, comprising a balanced spectrum of members from diverse utilities and highways authorities who can both be briefed on progress within **ORFEUS**, and also who can give the project practical advice on any operational or user issues. At this stage we would expect between six and twenty members of this ad-hoc group

The Advisory Panel, made up from members drawn from across the EU, will work as a primarily self-funding group. Representatives of utilities, highway authorities and others

who manage, regulate, map or carry out streetworks throughout Europe are invited to take part in this activity. Individuals within these organisations will be invited to take part in the activities of the Panel and have an early view of the research and development.

Involvement in the project will:

- ensure early access to the technology
- allow you to understand its potential impact on your business plans
- aid in planning for asset management
- provide you with an opportunity to influence the research and the establishment of realistic test conditions for technology evaluation

To register interest in joining the Advisory Panel please contact the ORFEUS-Project manager:

howard.scott@osys.co.uk

ORFEUS WEB BASED USER QUESTIONNAIRE

A key objective of ORFEUS is to develop a comprehensive set of User Requirements to underpin both the development of the new technology and the subsequent testing and evaluation of the resulting equipment. The evaluation (separate from the testing, and carried out by the User project-partners) will benchmark the new equipment against the existing state-of-the-art and the User Requirements.

It is essential that the User Requirements are robust, and represent the needs of as complete a cross section of potential users as possible. To assist in the gathering of information, we have developed a questionnaire to determine what users of these technologies would like to be able to detect. We have included such questions as:

- **What buried utilities are you interested in locating, and at what depth?**
- **What other below ground features are you interested in locating?**
- **What minimum level of accuracy will you require from any new locating technologies?**
- **What degree of resolution is acceptable - i.e. how far apart must two objects be before they are recognised as two targets rather than one?**
- **Under which surfaces do you want to locate buried utilities and other buried objects?**

Your involvement in completing this questionnaire will help us to develop a Specification that most closely meets the requirements of all users of new location technologies and services. Please assist us by visiting the web site to complete the questionnaire. If you wish to receive a copy of the results analysis, then simply complete the relevant section of the questionnaire.