NORM Transportation in the Port of Antwerp

From Megaports to a special-purpose measurement methodology

Nucleair Technologisch Centrum – XIOS Hogeschool Limburg

Veerle Pellens, Tim Clerckx, Leen Hulshagen,
Wouter Schroeyers, Chris Vandervelpen, Sonja Schreurs

Tanja Peeters, Filip Biermans

Federale Overheidsdienst FINANCIEN

Pascal Fias

6th International Symposium on
Naturally Occurring Radioactive Material
March 23, 2010 ; Marrakech, Morocco

Outline

- Megaports project – Port of Antwerp
  - Procedures
  - Conclusions
- NuTeC-NORM project
  - Project objectives
  - NORM Inspection Database
  - Measurement methodology
  - Case studies at companies
- Discussion & Outlook

NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert, Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

Megaports Project

- US Government initiative
- Nuclear detection equipment in ports
- Track nuclear smuggling
- NuTeC
  - Support for Belgian Customs
  - Radiological study of container transport

NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert. Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

NORM in the Port of Antwerp: Procedure – Primary Inspection

- 3-phase inspection
- Primary inspection
  - Entrance gate
  - 4 plastic scintillation detectors (γ) and neutron detector
  - Documents check
  - Alert: 3 (legally) accepted possibilities
    - Licensed transport
    - Error in measurement (e.g. sudden high BG)
    - **NORM beneath <u>acceptable</u> limit!**
  - Otherwise → secondary inspection

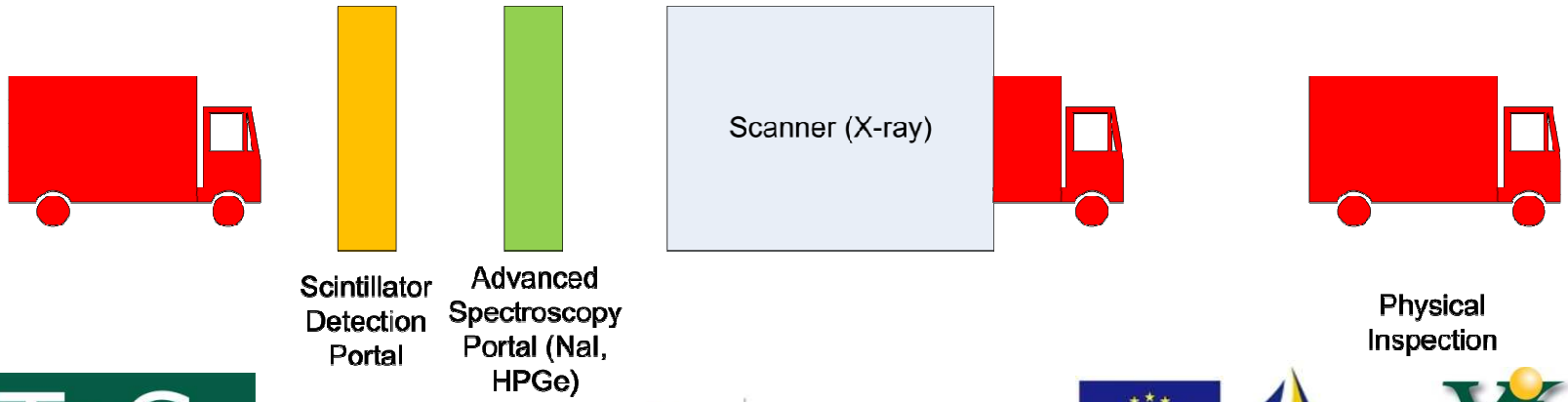
NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert, Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

NORM in the Port of Antwerp: Procedure – Primary Inspection

NuTeC
Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO
Europa investeert, Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

NORM in the Port of Antwerp: Procedure – Secondary inspection

- Secondary inspection
  - Lorry is sent to Central Alert Station (CAS)
  - Extra measurements
    - 4 larger plastic scintillator detectors (γ) and neutron detector
    - Advanced Spectroscopy Portal (NaI or HPGe)
    - X-ray scanner (examine content)
    - Physical inspection



NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert, Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

NORM in the Port of Antwerp: Procedure – Ternary inspection

- Federal Agency for Nuclear Control (FANC) becomes owner of the situation

- FANC determines further steps in agreement with radiation experts

NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert. Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

Conclusions Megaports project

- NORM cause of many alarms
- A lot of secondary inspections are NORM-related
- BSS draft: legislation based on activity concentration
  - U-238 & Th-232 → 1 $Bq \cdot g^{-1}$
  - K-40 → 10 $Bq \cdot g^{-1}$
- Need for measurement methodology
  - Determine whether activity concentration is below the limits
  - Avoid sample analysis if possible

NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert. Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

Outline

- Megaports project – Port of Antwerp
  - Procedures
  - Conclusions
- NuTeC-NORM project
  - Project objectives
  - NORM Inspection Database
  - Measurement methodology
  - Case studies at companies
- Discussion & Outlook

NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert, Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

“NuTeC – NORM” project

- New project:
  - *“Knowledge diffusion” regarding Natural Occurring Radioactive Materials by supporting the Flemish Non-Nuclear industry. Preparing companies for future European directives.*

- The roots of the project:
  - **1st Workshop of the European ALARA Network for NORM**
  - **Megaports project (a lot of NORM is detected!)**

  - Duration of the project: 15/12/08 – 14/12/10

NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert. Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

NuTeC-NORM project objectives:

1. Making an inventory of NORM in the Port of Antwerp:
   primary + secondary inspections

NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert. Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

NuTeC-NORM project objectives:

2. Developing a tool to estimate the activity concentration of NORM in large quantity containers

NuTeC
Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO
Europa investeert, Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

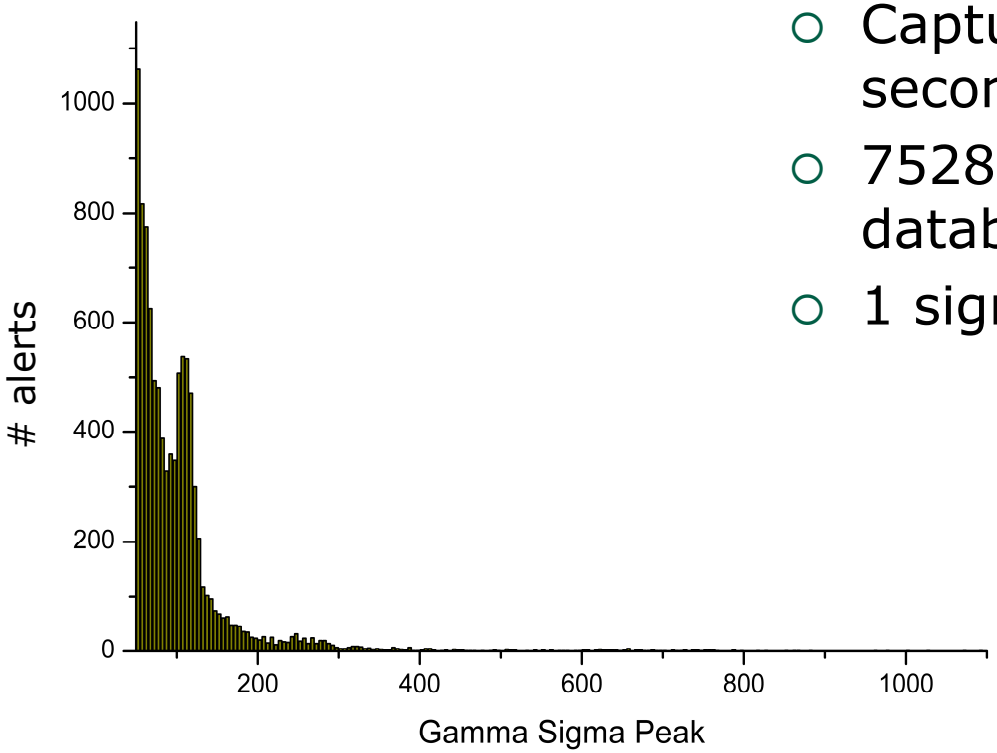
NuTeC-NORM project objectives:

3. Case Studies at several NORM Companies

- Supplying information and training for companies that work with NORM
- Making an inventory of the presence and activity of NORM and propose appropriate action.

NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert, Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

NORM inspection database



- Capturing primary and secondary inspections
- 75289 primary alerts in database
- 1 sigma = sqrt(BG)

NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert, Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

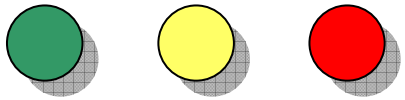
METHODOLOGY

- Objectives
- Sample
- Detector Position
- Detection Time
- Analysis

NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert. Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

METHODOLOGY – Objectives

- Output = activity concentration radionuclide lies beneath, around or above the limits given by European Directives for NORM nuclides



- Methodology = estimation of the activity concentration within certainty limits of NORM nuclides in sample, for a certain geometry

NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert, Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

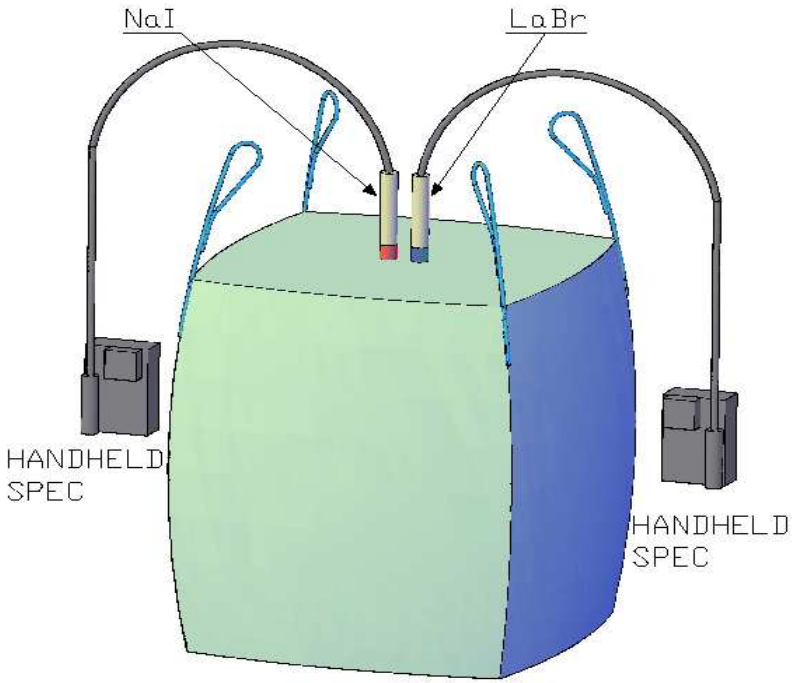
METHODOLOGY – Sample

- Sample = big bag, shipping container
- Geometry (bb)
  - Height
  - Nett Mass
  - Perimeter
  - Bag thickness

NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert, Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

METHODOLOGY – Detector Position big bag

- Detectors: temp. stabilized NaI and LaBr coupled with handheld spectrometer
- Position: On top of big bag, in centre



METHODOLOGY – Detector Position container

- Detectors: temp. stabilized NaI and LaBr coupled with handheld spectrometer
- Position:in centre of container sidewall

NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert. Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

METHODOLOGY – Detection Time

- Big Bags:
  - Each sample is measured ten times
  - Detection Time: 900 s
- Shipping containers
  - Container is measured once
  - Detection Time: 600 s

NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert. Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

METHODOLOGY – Analysis

- Energy calibration
- Efficienty calibration
- Peak locate
- Peak area
- NID plus Interference Correction

- NOTE: assumed sequilar equilibrium for ^{238}U and for ^{232}Th

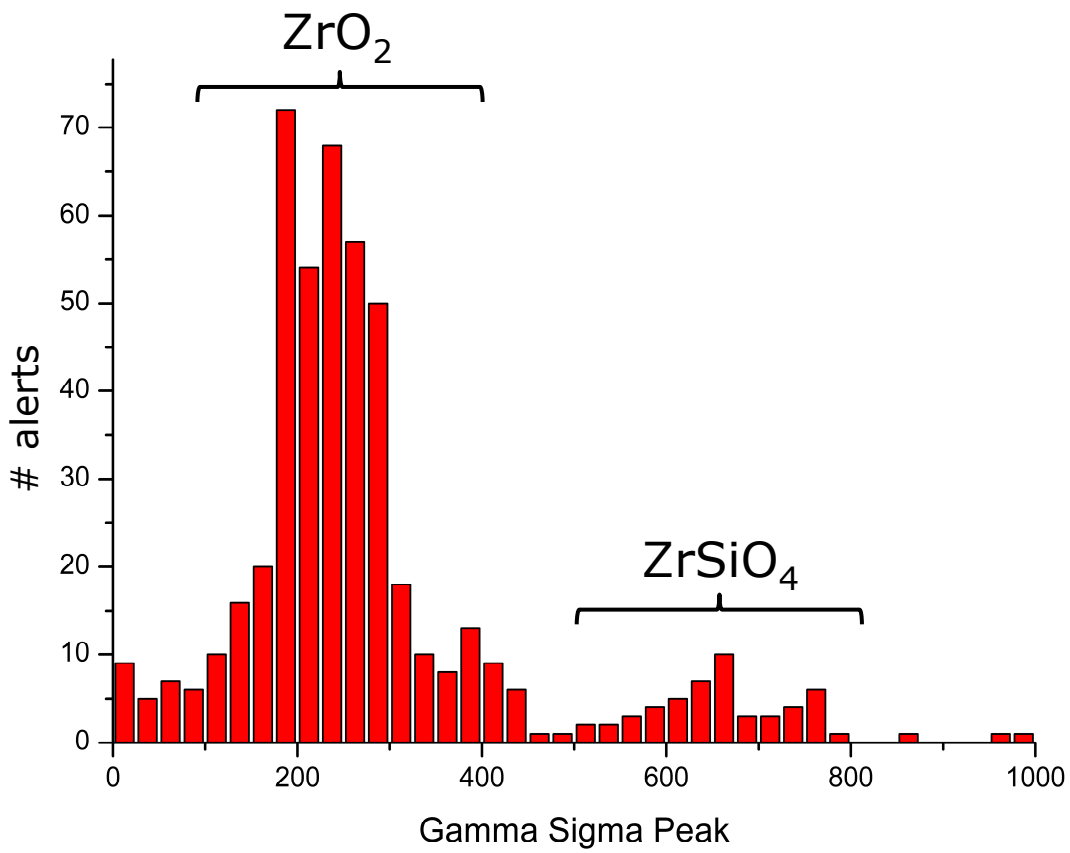
NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert. Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

3. Industrial Case Studies

- Transport Company in the Port of Antwerp
- Dry bulk material
- Processes
  - (Re)bagging
  - Reconditioning
  - Sieving
  - Blending

NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert. Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

Zirconium (493 alerts)



NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert, Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

Zirconium Analysis Results

- Following results are based on:
  - sample of zirconium coarse grade
  - Number of measurements: 10
  - Land of origin: Australia
  - Weight: $2 \cdot 10^3$ kg
  - Packaging: big bag
  - Detector used: NaI

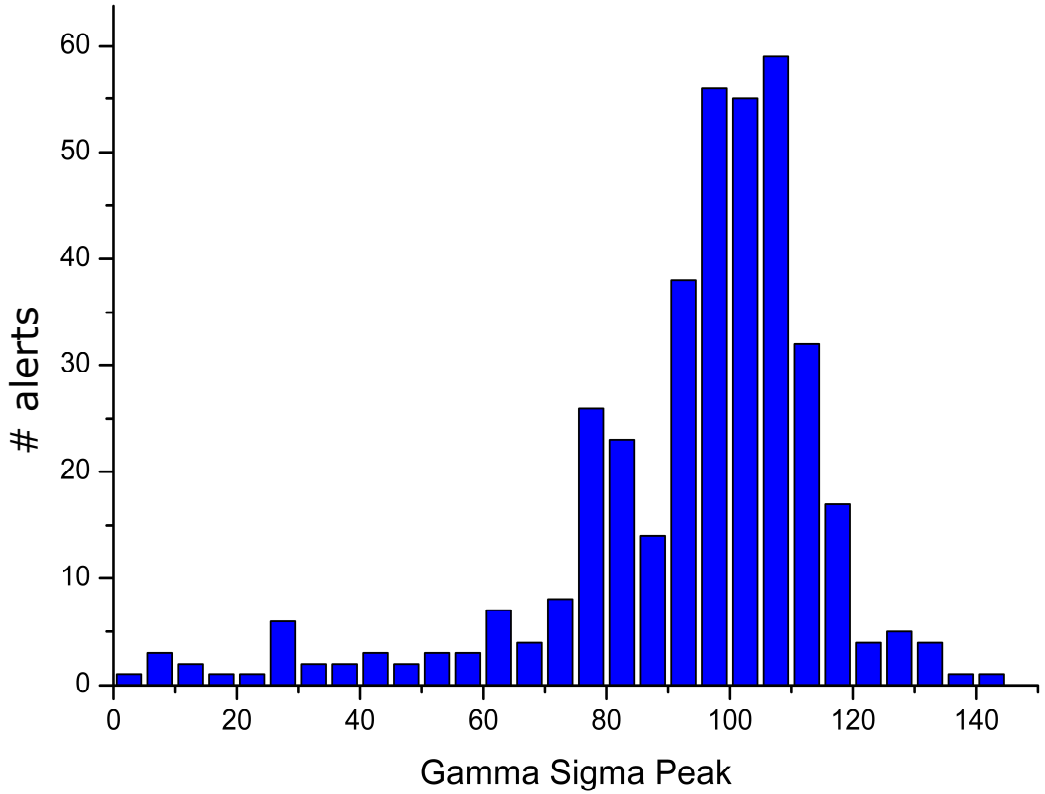
NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert. Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

Zirconium Analysis Results

Nuclide	Average Activity Concentration ($Bq \cdot g^{-1}$)	Rel.Error (%)	Stand Deviation ($Bq \cdot g^{-1}$)
^{238}U	1.51E+00	-22	4.3E-01
^{232}Th	5.11E-01	4	1.8E-02
^{226}Ra	2.09E+00	4	8.6E-02

NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert, Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

K_2SO_4 (383 alerts)



NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert. Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

K_2SO_4 Analysis Results

- Following results are based on:
  - sample of K_2SO_4
  - Number of measurements: 10
  - Weight: $1.2 \cdot 10^3$ kg
  - Packaging: big bag
  - Detector used: NaI

NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert. Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

K_2SO_4 Analysis Results

Nuclide	Average Activity Concentration ($Bq \cdot g^{-1}$)	Rel.Error (%)	Stand Deviation ($Bq \cdot g^{-1}$)
^{40}K	8.68E+00	-18	8.0E-02

NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert, Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

Outline

- Megaports project – Port of Antwerp
  - Procedures
  - Conclusions
- NuTeC-NORM project
  - Project objectives
  - NORM Inspection Database
  - Measurement methodology
  - Case studies at companies
- Discussion & Outlook

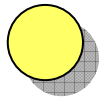
NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert. Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

Conclusions

- Measurement methodology
  - determination of radionuclides
  - industrial settings
- Good results
  - Th-232, Ra-226
- More research required
  - U-238, K-40

NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert. Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

Outlook

- Analysis of LaBr spectra
  - Higher resolution
  - Less peak interference
- More samples to determine uncertainty and range of  zone
- Other substances & geometries

To be continued … NORM & Natural Radiation Management 2010, London
IRPA 2010, Helsinki

NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert, Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg

Q&A

To be continued … NORM & Natural Radiation Management 2010, London
IRPA 2010, Helsinki

NuTeC Nucleair Technologisch Centrum
Vlaanderen In Actie
met steun van het Agentschap Ondernemen
Europese Unie
EFRO Europa investeert, Vlaanderen groeit.
xios Hogeschool Limburg