
 MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE		Proiecte colaborative de cercetare aplicativă				
21	PN-II-PT-PCCA-2013-4-0262	SISTEM DE ALERTARE TIMPURIE SI ASISTARE COMPUTERIZATA A DECIZIILOR, BAZAT PE EVALUAREA ANTICIPATIVA A DINAMICII RAPIDE A VULNERABILITATILOR INDUSE IN TERITORIUL DE OBIECTIVELE NUCLEARE	Vasile Dan	Vamanu	INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU FIZICA SI INGINERIE NUCLEARA " HORIA HULUBEI " - IFIN - HH	SIVECO ROMANIA SA; UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN BUCURESTI
<p style="text-align: center;"><i>Domeniul 8: Spațiu și securitate</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Direcția de cercetare 8.5. Sisteme și infrastructura de securitate</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Tematica de cercetare 8.5.3. Sisteme pentru asigurarea unui management eficient al situațiilor de criză și al intervențiilor în cazul dezastrelor, sisteme de detecție, prevenire și alertă.</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Aprobat: Ordinul MEN nr. 298/23.06.2014</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Contract Nr. 298</i></p>						

SISTEM DE ALERTARE TIMPURIE SI ASISTARE COMPUTERIZATA A DECIZIILOR,
BAZAT PE EVALUAREA ANTICIPATIVA A DINAMICII RAPIDE
A VULNERABILITATILOR INDUSE IN TERITORIUL DE OBIECTIVELE NUCLEARE

	<p style="text-align: center;">N-WATCHDOG</p> <p>Getting to understand the nuclear risk at face value</p>
---	--

1. Misiunea

Proiectul N-WATCHDOG are ca misiune realizarea unui ansamblu multidisciplinar de soluții practice, orientate spre nevoile utilizatorilor de monitorizare a vulnerabilităților induse de obiectivele nucleare în teritoriul înconjurător, starea populației, mediu și infrastructuri, având un pronunțat caracter preventiv bazat pe capacitate anticipativă și de alertare timpurie.

În esență, sistemul va prognoza non-stop, cu o frecvență reglabilă (orară etc.), pe intervale de timp anticipate de 8 sau mai multe ore, expunerea, impactul radiologic potențial și eventualele măsuri de reacție necesare în zona apropiată de obiectiv (cca. 25 km) ca și în zona depărtată (zeci sau sute kilometri), postulând emisii radioactive virtuale în atmosferă; apoi va agrega indicatorii obținuți în grade de expunere, impact și vulnerabilitate pe scale inteligibile pentru utilizatori și va oferi rapoartele de sinteza partilor interesate. În acest scop, vor fi articulate într-o secvență logică de procese executabile modele analitice de evaluare radiologică și modele conceptuale de analiză cantitativă a riscului și vulnerabilității, integrate cu resursele relevante de date fizice, geografice (GIS) și de documentație științifică.

Sistemul se va alinia stadiului actual al soluțiilor dezvoltate de consorții tehnice de referință, propunând, totodată, abordări inovative în materie de (a) *mentalitate*: acceptarea sistematică a posibilității reale a unor accidente severe dincolo de 'baza de proiect', de evaluarea probabilistică a riscului și de registrele de securitate operațională; (b) *ontologie*: accent pe dinamica rapidă a vulnerabilităților în sincronie cu meteorologia zonala și alte variabile; (c) *acoperirea tematică*: o mașină radiologică acomodând diferite modele de dispersie în mediu a poluanților; o mașină geografică ce poate adresa ad-hoc orice locație de pe Planeta; o mașină meteorologică obținând în timp real prognozele relevante din surse Internet publice; (d) o combinație de moduri de operare 'standalone' și pe pagini-web ce conferă sistemului siguranță operațională; și (e) o complexitate proiectată minimalist, cu observarea strictă a 'nivelului suficient de necesitate'.

În deplină cunoștință de legile, reglementările și misiunea instituțiilor naționale creditate în domeniul pregătirii pentru situații de urgență și răspunsului la crize, sistemul propus va completa capacitățile curente cu noi abordări și soluții consonante cu termenii de referință și bunele practici internaționale, pe baze științifice valide asigurate de Fizica și Dinamica Fluidelor, Științele Mediului, Geografie, Științele Formale și Ingineria Informatică.

Dedicat nevoilor și specificului țării, sistemul va acorda, totodată, o deosebită atenție implicațiilor trans-frontieră ale proceselor analizate, cautând cai posibile de inter-operare cu platformele europene cu vocație similară și urmărind consecvent consistența cu politicile UE în materie (Directiva Consiliului, 96/29/EURATOM cu deciziile și reglementările ulterioare).

În cadrul unui consorțiu alcătuit dintr-un institut național de cercetare-dezvoltare¹, o importantă universitate politehnică² și o proeminentă companie privată din industria IT³ proiectul își propune dezvoltarea unui model experimental software denumit N-WATCHDOG care, ulterior proiectului, poate evolua într-un produs comercializabil capabil să ofere unei varietăți de utilizatori – entități de guvernanta, ONG, foruri media - facilități personalizate interactive precum și/sau servicii analitice și de alertare timpurie. Prin calitățile educationale intrinseci, derivând din capacitățile sale avansate de simulare și vizualizare ('serious gaming'), sistemul poate contribui și la creșterea nivelului de informare în materie al Societății Civile, încurajând o viziune mai echilibrată asupra meritelor și riscurilor inerente ale Energiei Nucleare, în lumea de după Fukushima-2011.

¹ Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizică și Inginerie Nucleară 'Horia Hulubei', IFIN-HH București

² Universitatea Politehnică din București

³ SIVECO România

2. Obiective

S-a stabilit ca N-WATCHDOG sa satisfaca urmatoarele cerinte cu valoare identitara pentru statutul de solutie originala si inovativa în domeniul sau – Securitatea nucleara:

- Sa constituie o trusa de instrumente minimalista, capabila insa de o acoperire cuprinzatoare a nevoilor unei analize extinse dincolo de limitele conventionale ale Evaluarii radiologice (*Radiological Assessment*), la evaluarea anticipativa a vulnerabilitatilor induse în populatie, comunitati si valori materiale, sociale, strategice.
- Sa prezinte o functionalitate orientata spre anticipare, oferind prognoze de 'situatie' în mod '24/7' pe diferite durate, în mod orar sau mai frecvent.
- Sa articuleze intr-o singura structura coerenta termeni-sursa – amestecuri de nuclizi si parametri de emisie, cu modele de dispersie în 'Vecinatatea apropiata' ca si în 'Vecinatatea indepartata' (*Near/Far-Field*) a surselor de emisie radioactiva, utilizand modele adecvate (*plumes, puff trails*).
- Sa poata adresa, practic, orice sursa fixa sau incidentala de emisie radioactiva de pe Glob, asigurand generarea expeditiva, ad-hoc de harti topografice din resurse digitale (DEM) asimilate si date GIS rezidente, eliminand nevoia stocarii masive si, inerent, incomplete, de harti ante-preparate.
- Sa poata procura prompt, în mod *off-line browsing*, prognozele meteorologice necesare modelelor de advecție-difuzie atmosferica, de pe site-uri Internet publice de profil.

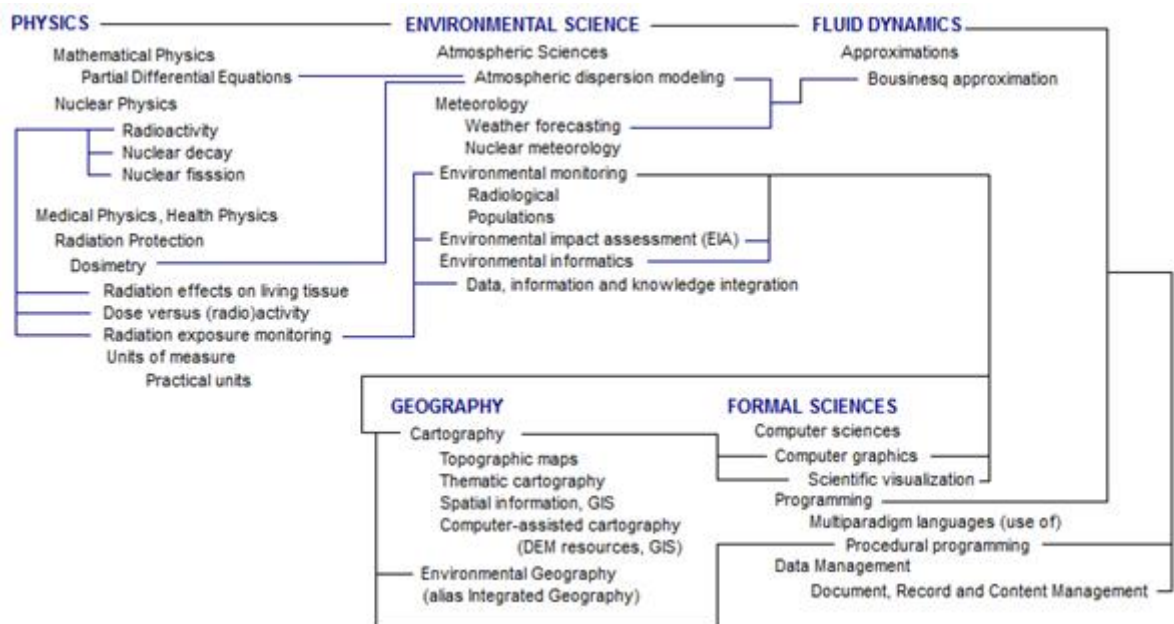


Fig. 1. Contributori disciplinari ai proiectului si articularea lor intr-o abordare multi-disciplinara.

- Sa poata lucra, alternativ, în mod independent de opinia/implicarea agentului poluant (*'Polluter-unbiased mode'*), fara necesitatea invocarii de termeni-sursa chestionabili de catre acesta, strict în temeiul factorilor de dilutie atmosferica; sau la intreaga capacitate, implicand termeni-sursa postulati, doze, contramasuri, efecte sanitare si interpretari ale impactului în relatie cu prescriptiile de reglementare (*'Polluter-biased mode'*).
- Sa poata acomoda scenarii de eveniment alternative (*'what if' scenarios*) pentru aceleasi prognoze meteorologice din rezerva stocata si de a trata emisii multiple din diverse surse, sau provenind din diferite episoade de emisie ale aceleiasi surse.
- Sa prezinte un design al fluxului operational bazat pe rulara modelisticii si resurselor de vizualizare în mod *standalone* (pe *desktop*), urmata de comutarea sistemului în mod web-server si publicarea rezultatelor asamblate intr-un Raport de situatie (*'SitRep'*),

incluzand un bilant Input/Output complet, hartile rezidente interactive si harti web sinoptice si cu interogare punctuala.

– Sa asigure robustetea operationala, realizata prin stocarea de prognoze meteo în perioade de disponibilitate Internet si efectuarea de evaluari chiar si atunci cand retelele sunt scoase din functiune – o eventualitate de luat în considerare în perioade de criza.

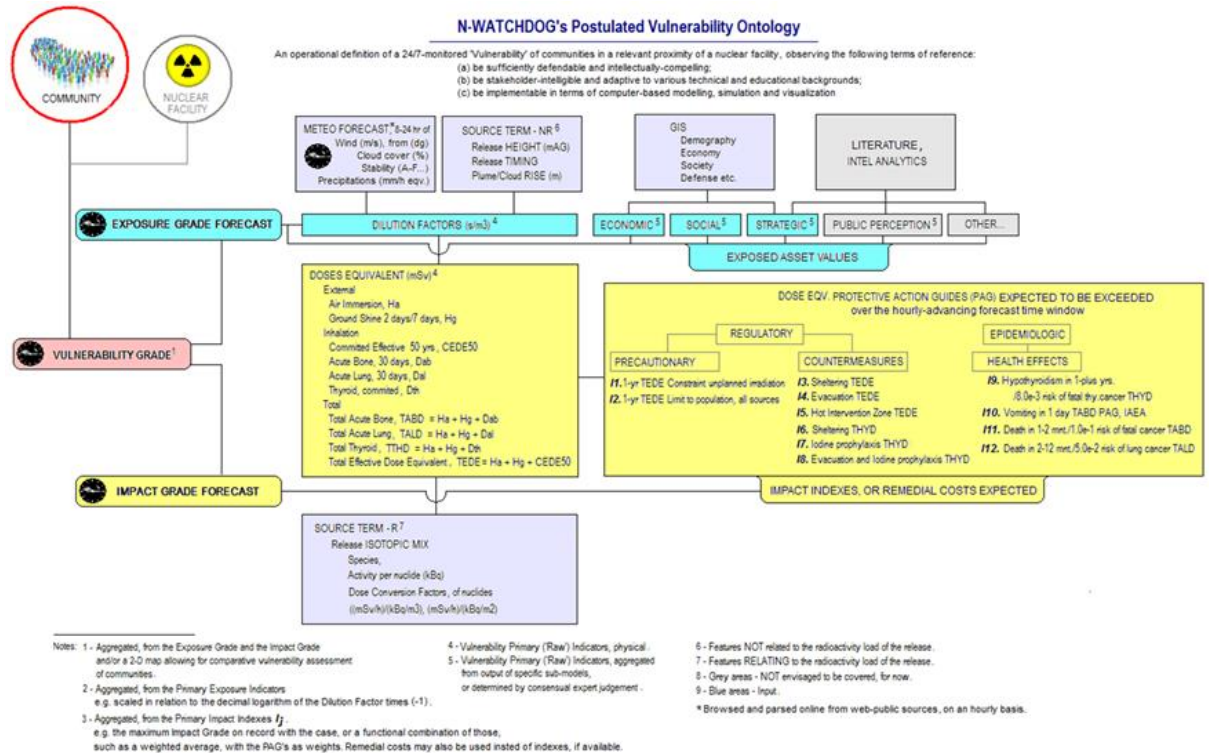


Fig. 2. Ontologia N-WATCHDOG.

– Sa asigure la interfata toate elementele de input sequential acumulate, permanent 'la vedere' si editabile în mod-text, amical pentru utilizator (*user-friendly*).

– Sa dispuna de o consistenta baza de resurse rezidente, incluzand harti digitale de elevatie (DEM); date GIS; librariile de date fizice, date de reglementare si cunostinte.

– Sa sprijine utilizatorii printr-o 'Biblioteca virtuala', conceputa ca o selectie actualizabila de documentatie de insemnatate speciala în evaluarea impactului de mediu al activitatilor nucleare si administrarea situatiilor de urgenta.

– Sa exploateze la maximum multidisciplinaritatea inerenta a sarcinii asumate si expertiza corespunzatoare a Partenerilor de proiect (Figura 1).

3. Specificitate

N-WATCHDOG impune atentiei cateva aspecte distinctive – si anume:

– Concentrarea misiunii pe monitorizarea anticipativa, practic continua (regim '24/7') a efectelor potentiale ale unor emisii radioactive virtuale în atmosfera transportate în mediu conform prognozelor meteorologice actualizate orar, sau mai frecvent, pe intervale de 8 sau mai multe ore (de exemplu, 72 ore).

– Extensia evaluarilor dozimetrice de impact conventionale ('relatie doza-efect') la evaluari bazate pe agregarea variabilelor dozimetrice cu datele GIS – demografie, infrastructuri, capacitati de productie si servicii, indicatori de relevanta sociala si strategica pentru comunitatile virtual expuse, în indicatori de vulnerabilitate inteligibili pentru utilizatorii profani în materie, incurajati a mentine o stare de vigilenta informata fata de situatii deosebite. Operationalizarea, in acest mod, a conceptului de *complementaritate Risk | Vulnerabilitate*,

acreditat – in special dupa evenimentul 9/11, New York - de agentiile de securitatea interna ale S.U.A. (v.e.g. *DHS Lexicon*, U.S. Department of Homeland Security) si asimilat de sistemul NATO, IAEA precum si de doctrinele de securitate nationale (Figura 3).

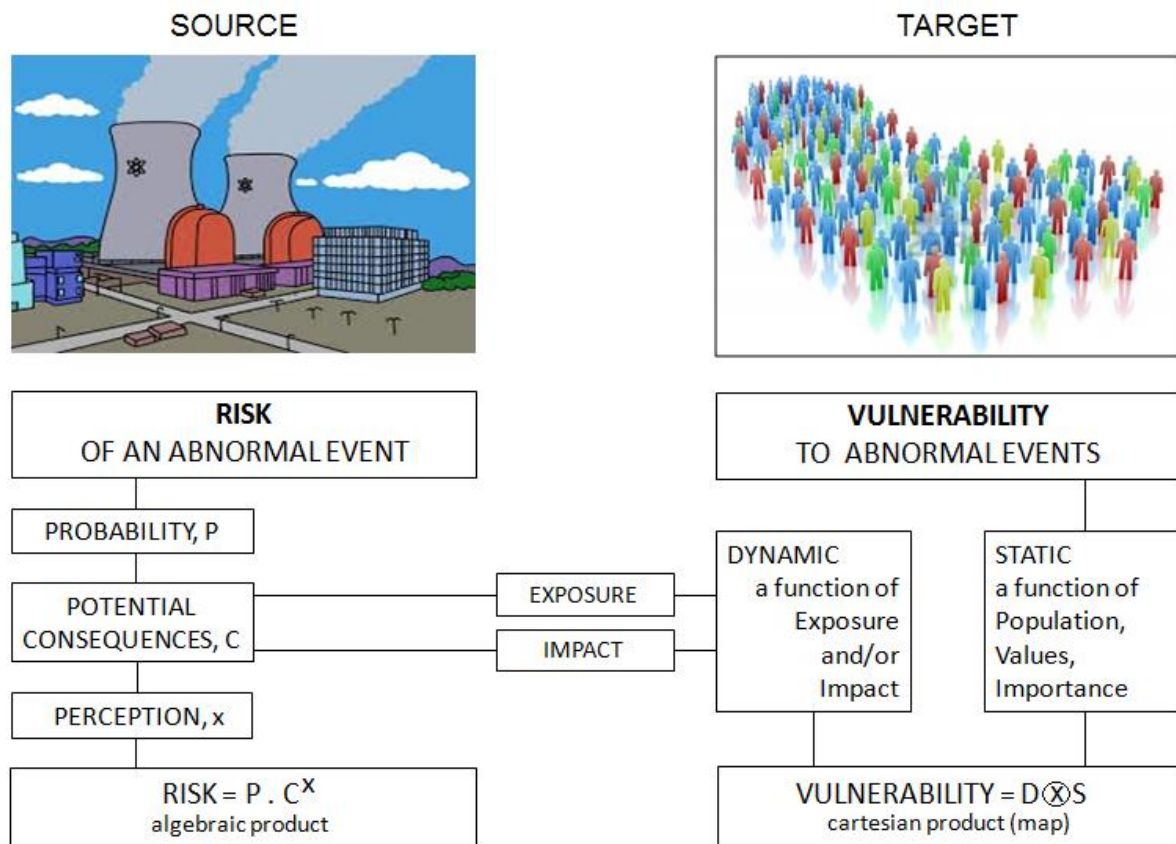
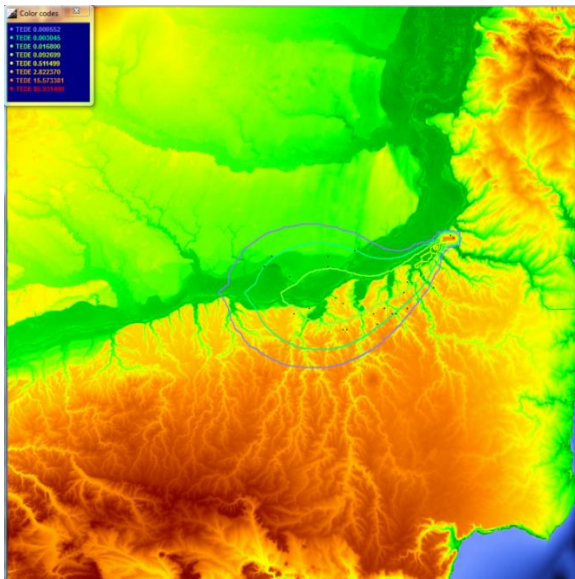


Fig.3. Complementaritatea Risk|Vulnerabilitate – o noua paradigma a doctrinele de securitate nationale si regionale.



Fig.4. Matrice de vulnerabilitate N-WATCHDOG – concept.



- Capacitatea de a functiona (a) *în Mod automat*, ciclând secventa de analiza în maniera '24/7' fara asistenta utilizatorului ('*unattended sessions*') cu timpi de actualizare ajustabili (tipic – o ora), consistent cu ritmul adoptat de cele mai multe site-uri de date meteo public-disponibile; sau (b) *în Mod analitic*, în sesiuni asistate de utilizator, compartimentate de cereri de input si mesaje explicative.

– O aplicare sistematica a principiului minimei complexitati necesare ('*the point of diminishing return*') în modelarea emisiilor radioactive, migratiei lor în mediu si a consecintelor sanitare, ceea ce califica N-WATCHDOG drept *o solutie practica minimalista*.

4. Adresabilitate

Ca produs informatic N-WATCHDOG tenteaza sa articuleze, in domeniul evaluarii vulnerabilitatilor induse in zona de influenta a obiectivelor nucleare, o constructie (a) justificabila stiintific, (b) inteligibila prin complementaritatea modulelor sale executive si ancilare, explicative; si (c) utilizabila *in conditiile unui anumit efort de formare si antrenare a operatorilor*, atat in privinta unei instructii minimale conforma bazei de cunostinte si date, cat si a crearii unor rutine de exploatare conforme cerintelor intuite sau efectiv identificate la utilizatorii potentiali. Armonizarea criteriilor mentionate conduce inevitabil la o *versiune maximala* a produsului, ce poate adresa cu succes nivelele superioare de interes, competenta si angajare fata de chestiunea securitatii nucleare (entitati de guvernanta, institutii de specialitate), dar poate deveni chestionabila atunci cand palierele educational si de interes public informal pe care Proiectul PCCA s-a angajat, de asemenea, sa le serveasca vor fi abordate. In fapt, N-WATCHDOG se doreste a fi un produs profesional si, in aceeasi masura, un produs 'popular' – exigente care, in general, sunt greu de conciliat in practica.

Solutia aleasa de autori s-a bazat pe o strategie de *Product downscaling* (Merriam-Webster: '*to downscale – to cut back in size or scope*'), prin care versiuni dedicate ale platformei N-WATCHDOG integrale vor fi dimensionate in continut si customizate in

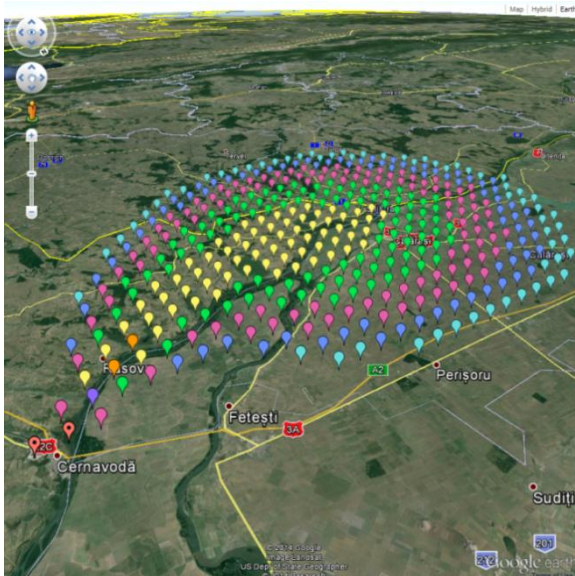
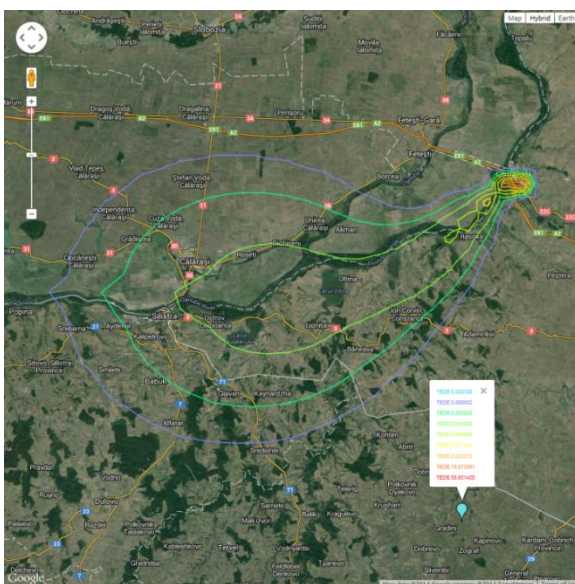


Fig.5. Expresii fizice ale ariei de influenta corespunzand matricii de vulnerabilitate din Fig.4.



Fig. 6. Dezvoltarea software a conceptului n-WATCHDOG intr-o strategie de *Product downscaling*. Versiuni dedicate si clienti potentiali.

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1 The N-WATCHDOG System | 9 International Atomic Energy Agency |
| 2 The World NPPs Monitor | 10 Comisia Nationala pentru Controlul Activitatilor Nucleare |
| 3 N-WATCHDOG Light | 11 Ministerul Afacerilor Interne |
| 4 The NPP Bulletin | 12 Ministerul Educatiei Nationale |
| 5 My Place – the Risk Here and Now | 13 Inspectoratul General pentru Situatii de Urgenta |
| 6 Guvernul Romaniei | 14 Institutii ale Administratiei locale |
| 7 European Commission | 15 Institutii de cercetare-dezvoltare si invatamant superior |
| 8 NATO | 16 Alte unitati de invatamant si formare |
| | 17 Orice persoana interesata. |

forma pentru diverse categorii de utilizatori, caracterizate prin asteptarile cele mai plauzibile ale acestora in zona de interes generic a produsului – impactul Nuclearului asupra societatii si vietii. Versiunile apreciate ca posibile si oportune s-au coagulat in jurul a trei intrebari, cu grade de exigenta diferite. Intr-o 'downscaling order', acestea sunt:

1. "Care sunt *zonele de influenta* ale *tuturor* centralelor nucleare-electrice din lume, in urmatoarele 8 pana 72 de ore – caracterizate prin distributia teritoriala a dozelor relevante din perspectiva (i) efectelor sanitare posibile; si (ii) a eventualelor contramasuri ce s-ar dovedi necesare, in baza reglementarilor nationale si internationale in vigoare?"

2. "Care este zona de influenta a centralei nucleare-electrice X – obiect de preocupare pentru zona aflata sub jurisdicția *noastra* (entitatea Y) - in urmatoarele 8 pana 72 de ore, in termeni pe care sa-i intelegem cu o minima instruire sau, in prima instanta, chiar fara o instruire speciala?"

3. "Daca astazi sau in urmatoarele doua zile obligatii profesionale sau proiecte turistice ma vor purta in localitatea Z de pe Glob, ce efect ar putea asupra sanatatii mele, sau a activitatii pe care o voi desfasura, existenta si functionarea industriei nucleare-electrice – fara a avea, personal, vreo informatie prealabila asupra localizarii acesteia, sau vreo 'cultura' sistematica in domeniu?"

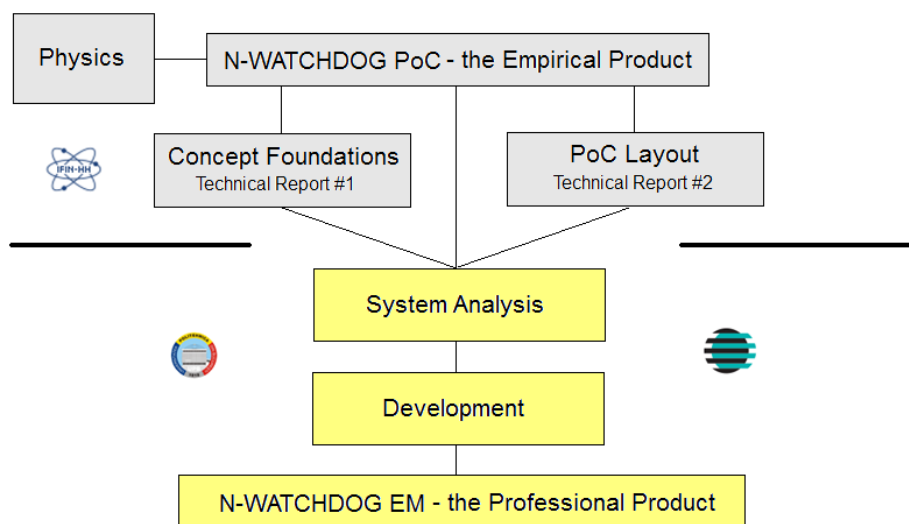


Fig.4 . N-WATCHDOG – un proiect colaborativ al trei arii de expertiza cu profiluri diferite, dar un obiectiv comun.

Solicitantii - clienti potentiali ai produselor informatice respective - pot fi, in aceeasi ordine (Figura 3):

1. Autoritati nationale cu reponsabilitati in mangementul securitatii nucleare si al situatiilor de urgenta;
2. Autoritati ale administratiei locale – prefecturi, primarii; facilitati din sistemul de aliante si comunicare internationala al Romaniei; unitati de invatamant superior.
3. Alte unitati de invatamant si formare a personalului; grupuri de constientizare a problematicii de mediu, sanatate publica si securitate ale Societatii Civile; precum si orice persoana interesata de impactul industriei nucleare asupra sanatatii si sigurantei personale.

Utilarea necesara clientilor ar fi, in cazurile respective:

1. Un desktop sau un laptop computer;
2. Un laptop sau tableta;
3. O tableta sau un *smartphone*.

5.Strategia de dezvoltare

Proiectul N-WATCHDOG PoC este, in fapt, un efort colaborativ de transfigurare a unei idei intr-un produs marketabil, un parcurs problematic si nu lipsit de dificultati de la conceptualizarea si dezvoltarea inductiva a unui Demonstrator de fezabilitate (PoC) la un produs IT profesional asteptat a se finaliza in iunie 2015 (Figura 4).

Pentru fizicienii ce au initiat si elaborat conceptul, N-WATCHDOG PoC este un *mijloc* – si nu scopul. Pentru expertii IT din invatamantul superior si industria IT ce vor evalua Demonstratorul, vor rafina conceptul si vor dezvolta produsul final, N-WATCHDOG EM este *scopul* – si nu un mijloc.

In pofida deosebirilor intre modurile de abordare – rezultat inerent ale specificului muncii partenerilor, se exprima convingerea ca ansamblul va functiona, si va produce.

Bibliografie minimala

1. CNCAN (2000). Normele fundamentale de securitate radiologica. NSR-01.
2. CNCAN (2004). Normele privind calculul dispersiei efluentilor radioactivi evacuati in mediu de instalatiile nucleare. NSR-23. Ordinul Presedintelui CNCAN nr. 360 / 20.10.2004.
3. CNCAN (2005). Norma privind monitorizarea emisiilor radioactive de la instalatiile nucleare sau radiologice. NSR-21. Ordinul Presedintelui CNCAN nr. 276 / 26.09.2005.
4. CNCAN (2005). Norma privind monitorizarea radioactivitatii mediului in vecinatatea unei instalatii nucleare sau radiologice. NSR-22. Ordinul Presedintelui CNCAN nr. 275 / 26.09.2005.
5. EUROPEAN COMMISSION (1996). *Council Directive 96/29/EURATOM of 13 May 1996 laying down basic safety standards for the protection of the health of workers and the general public against the dangers arising from ionizing radiation.*
http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/doc/legislation/9629_en.pdf.
6. Rasmussen N. et al. (1975). *Reactor Safety Study. An Assessment of Accident Risks in U.S. Commercial Nuclear Power Plants.* WASH-1400 (NUREG 751014), U.S. Nuclear Regulatory Commission, October 1975.
7. U.S. National Intelligence Council (2012). *Global Trends 2030: Alternative Worlds.* NIC 2012-001, April 2012.
8. National Governors' Association (1979). *Comprehensive Emergency Management. A Governor's Guide.* NGA Center for Policy Research. Washington, D.C. (May, 1979)
9. Wikipedia. *Emergency Management.*
http://en.wikipedia.org/wiki/Emergency_management (December, 2013)
10. M.E. Baird (2010). *The "Phases" of Emergency Management.* Background Paper, Prepared for the Intermodal Freight Transportation Institute (IFTI), University of Memphis. (January 2010).
Online at: <http://www.vanderbilt.edu/vector/research/emmgtp Phases.pdf>
11. U.S. DHS (2011). *National Preparedness Plan.* U.S. Department of Homeland Security (2011).
Online at: http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1828-25045-9470/national_preparedness_goal_2011.pdf.
12. Real Time Online Decision Support System for Nuclear Emergency Management.
(<http://www.rodos.fzk.de/rodos.html>)
13. Jones J.A., Mansfield P.A. et al. (1996). *PC Cosyma (version 2): An Accident Consequence Assessment Package for Use on a PC.* Report EUR 16239 EN.
(<http://bookshop.europa.eu/en/pc-cosyma-pbCGNA16239/>)

14. Prolog Development Center White Paper: *ARGOS CBRN Information System for Emergency Management*. Version 0.9, March 2011.
(<http://www.pdc.dk/Argos/decision.asp>)
15. CEA/DASE/SRCE – *Presentation CERES* – Journées SFRP.
(<http://www.sfrp.asso.fr/IMG/pdf/E6-Monfort.pdf>)
16. Sullivan T.J., Ellis J.S. et al. (1993). *Atmospheric Release Advisory Capability. Real-Time Modeling of Airborne Hazardous Material*. Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 74, No. 12, U.S.A.
(<https://narc.llnl.gov/uploads/pbamqmed.pdf>)
17. Athey G.F., McGuire S.A. et al. (2007). *RASCAL 3.0.5 Workbook*. NUREG-1889.
(<http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML0729/ML072970068.pdf>)
18. Homann S.G. (2011). *HotSpot Health Physics Codes version 2.07.2*. LLNL-SM-483991
(<https://narc.llnl.gov/HotSpot/HotSpot.html>)
19. Napier B.A.(2011). *GENII Version 2 Users' Guide*. PNNL-14583, Rev.3.
(http://www.pnnl.gov/main/publications/external/technical_reports/PNNL-14583Rev3.pdf)
20. Chanin D., Young M.L. et al.(1998). *Code Manual for MACCS2: Volume 1, User's Guide*. NUREG-CR-6613, SAND97-0594.
(<http://www.doeal.gov/SWEIS/OtherDocuments/481%20MACCS2%20Vol%201.pdf>)
21. Imai K., Chino M. et al. (1985). *SPEEDI: A Computer Code System for the Real-Time Prediction of Radiation Dose to the Public due to an Accidental Release*. Japan Atomic Energy Research Institute. JAERI-1297.
(<http://jolissrch-inter.tokai-sc.jaea.go.jp/pdfdata/JAERI-1297.pdf>)
22. Vamanu D.V., Gheorghe A.V., Acasandrei V.T. and Vamanu B.I. *Environmental Modeling for Blue Collars*. International Journal of Environment and Pollution Vol. 46, Nos. 3/4, pp. 246–266, 2011.
23. Consultancy meeting '*Advising on evaluating options for the development of assessment capabilities related to source term calculations for nuclear power plant accidents*'. IAEA, Incidents and Emergency Center, 9-10 April 2013.
24. Till J.E., Grogan H.A. (2008). *Radiological Risk Assessment and Environmental Analysis*. Oxford University Press. ISBN 978–0 19–512727–0.
25. IAEA (1997). *Generic Assessment Procedures for Determining Protective Actions During a Reactor Accident*. IAEA-TECDOC-955, ISSN 1011-4289.
26. Acasandrei V.T., Vamanu D.V., Vamanu B.I. (2012). *Fast Methods for Source Term Assessment*. CNCAN, Afumati, 3-5 December, 2012.
27. U.S. NRC (1995). *International RTM-95 Response Technical Manual*. U.S. Nuclear Regulatory Commission, Washington D.C., May 1995.
28. McKenna T., Trefethen J., Gant K., Jolicoeur J., Kuzo G., Athey G. (2006). *RTM-96 Response Technical Manual*. NUREG/BR-0150, Vol.1, Rev.4, March 1996. U.S. Nuclear Regulatory Commission, Washington D.C.
29. Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable – République Française (2002). *Méthodes pour l'évaluation et la prévention des risques accidentels, Dispersion atmosphérique (Mécanismes et outils de calcul)*. DRA-006, Ω-12, INERIS-DRA-2002-25427.
30. Gheorghe A.V., Vamanu D.V. *Disaster Risk and Vulnerability Management. From Awareness to Practice*, in Gheorghe A.V. (Ed.), *Integrated Risk and Vulnerability Management Assisted by Decision Support Systems. Relevance and Impact on Governance*, Springer, Dordrecht, ISBN-10 1-4020-3451-

2 (HB), ISBN-13 978-1-4020-3451-0 (HB), ISBN-10 1-4020-3721-X (e-book), ISBN-13 978-4020-3721-4 (e-book), Volume 8, pp. 1-320, 2005.

31. Vamanu D.V., Vamanu B.I., Acasandrei V.T. Slavnicu D.S., and Gheorghiu D. *Urgenta radiologica la transportul de combustibil nuclear uzat LEU tip EK-10. Accidentul ipotetic, de severitate superioara autorizarii. Suplimente tehnice la solicitarea CNCAN. Partea I. Accident pe segmentul aerian..* IFIN-HH, Raport tehnic intern, comanda 684/09.04.2012, aprilie 2012.

32. Vamanu D.V., Vamanu B.I., Acasandrei V.T. Slavnicu D.S., and Gheorghiu D. *Urgenta radiologica la transportul de combustibil nuclear uzat LEU tip EK-10. Accidentul ipotetic, de severitate superioara autorizarii. Suplimente tehnice la solicitarea CNCAN. Partea II. Accident pe segmentul rutier.* IFIN-HH, Raport tehnic intern, comanda 684/09.04.2012, mai 2012.

33. Vamanu D.V., Galeriu D., Slavnicu D.S., Gheorghiu D., Melintescu A., Acasandrei V.T. *Dezafectarea Reactorului VVR-S al IFIN-HH. Scenarii de accident sever.* IFIN-HH, Raport tehnic intern, comanda nr. 545/18.03.2009, aprilie 2009.

34. Calida B.Y., Gheorghe A.V., Unal R., Vamanu D.V., and Radu C.V. *Complexity-Induced Vulnerability Assessment: How Resilient are Our Academic Programs?* In *Infranomics - Sustainability, Engineering Design and Governance*. A.V. Gheorghe, M. Masera, P. F. Katina – Editors. ISBN: 978-3-319-02492-9 (Print), 978-3-319-02493-6 (Online). *Topics in Safety, Risk, Reliability and Quality*, Volume 24, pp 377-393, 2014.

35. Adrian V. Gheorghe and Dan V. Vamanu. *Faces of Resilience*. In "Energy Security. International and Local Issues, Theoretical Perspectives, and Critical Energy Infrastructures". NATO Science for Peace and Security Series-C. Part II. Theoretical Perspectives for Energy Security. Edited by A.Gheorghe and L.Muresan. Published by Springer, The Netherlands. ISBN 978-94-007-0721-4 (PB); ISBN 978-94-007-0718-4 (HB); ISBN 978-94-007-0719-1 (e-book), pp. 79-109, 2011.

36. Gheorghe A.V., Vamanu D.V. *Towards QVA - Quantitative Vulnerability Assessment: A Generic Practical Model*. *Journal Risk Research*, 7 (6), 616-628, 2004

37. Gheorghe A.V. and Vamanu D.V. *Resilience and vulnerability in critical infrastructure systems – a physical analogy*. *International Journal of Critical Infrastructures*, Volume 5, Number 4, pp. 389-397, 2009.

38. Gheorghe A.V., Vamanu D.V. *System of Systems concept for Vulnerability Assessment of Large Scale Critical Infrastructures*. Atlantic Treaty Association (ATA) Meeting, Norfolk, Virginia, USA, 18 February 2009.

39. Gheorghe A.V. and Vamanu D.V. *Mining intelligence data in the benefit of critical infrastructures security: vulnerability modelling, simulation and assessment, system of systems engineering*. *International Journal of System of Systems Engineering*, Vol. 1, Nos. 1/2, 2008, pp. 189-221, 2008

40. BUWAL (1991). *Federal Ordinance of April the 1st, 1991*, and the ensuing implementation guidelines and manuals. Bundesamt fur Umwelt, Wald und Landschaft Storfalverordnong.

41. Vamanu D.V., Acasandrei V.T. (2014). *Proiectarea Demonstratorului funcțional de concept N-WATCHDOG (PoC). Baza de cunoștințe, modelele, cerințele de date, soluții de implementare IT*. Raport Tehnic #1. PCCA 2014, Etapa I, Contract Nr. 298.

42. Vamanu D.V., Acasandrei V.T. (2014). *Proiectarea Demonstratorului funcțional de concept N-WATCHDOG (PoC). Proiectul Demonstratorului de fezabilitate*. Raport Tehnic #2. PCCA 2014, Etapa I, Contract Nr. 298.

43. Vamanu D.V., Acasandrei V.T. (2014). *Demonstratorul functional al conceptului N-WATCHDOG (PoC), Partea I: N-WATCHDOG Light*. Raport Tehnic #3. PCCA 2014, Etapa I, Contract Nr. 298.