



Nukleáris tudás

Atomerőmű tudás-bázis

Nukleáris Technikai Szimpózium

2024.11.28.

DR. MÓGA ISTVÁN
okl. építőmérnök, MBA
morita@t-online.hu

**Atomerőművi tudás
összegzése**

Technológia

Nukleáris tudás

Az egyén

A szervezet

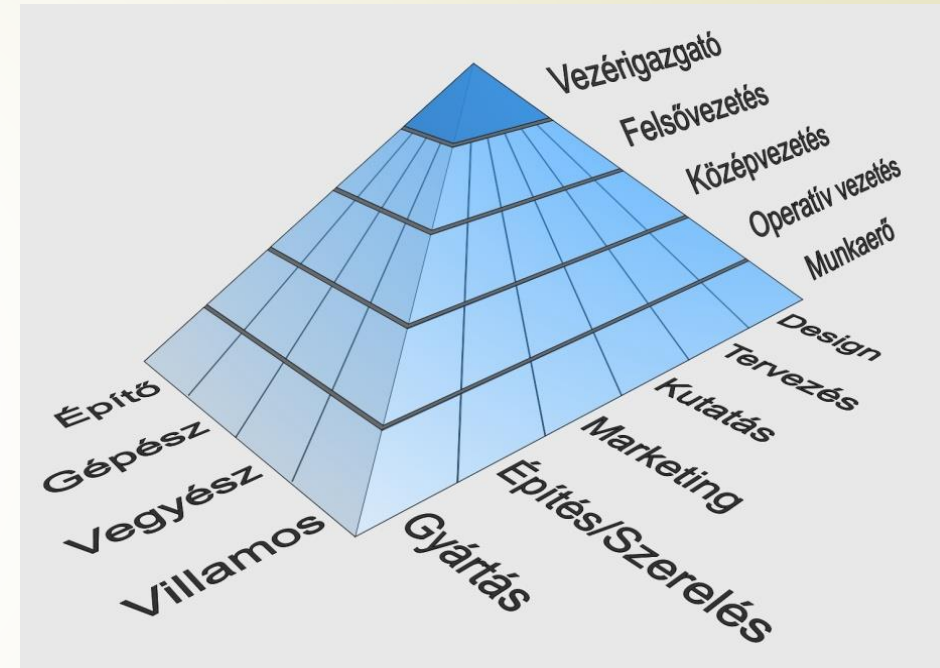
**Speciális nukleáris
projekt-szervezés**

Atomerőművi tudás összegzése

Nukleáris Tervezői Mesteriskola

3

tudásbázis - BOK, body of knowledge
közös **szakmakulturális alap**,
melynek elfogadása, ismerete és alkalmazása független az
egyén foglalkoztatási helyzetétől és szakterületétől.



Mérnöki piramis

(adaptálva Greenwood (2011))

Technológia

A technológia beszerzése

technológiatranszfer

technológia átadás-átvétel.

(Szakály (2006) alapján)

A technológiát alkotó technikai és tudáselemek áramoltatása különböző szervezetek, személyek között. Típusai:

- vertikális transzfer, a folyamat a különböző szintek (kutató-gyártó) között teremt kapcsolatot
- horizontális transzfer, két vállalat,

két ország azonos iparága közötti
kapcsolatot írja le



Technológia

A technológia általános tudáselemei

Elsődleges tudáselemek - tudáshordozók

technoware - a technológia tárgyasult formája

fizikai berendezéseket, gépeket, készülékeket, eszközöket, fizikai folyamatokat magukba foglaló **létesítmények**.

humanware - a technológia emberekhez köthető elemei képességek, **tudás, készségek, kompetenciák**, tapasztalat, kreativitás. A technológia legértékesebb eleme.

orgware - szervezeti megjelenésű tudás

a technológia intézményesült formában megtestesült elemei, a **folyamatok**, módszerek, technikák, rendszerek, hálózatok, allokációk, gyakorlatok stb.

infoware - dokumentált/rögzített körülmények

a rendszerezett tudás tudományos és/vagy más formája, fizikai vagy társadalmi jelenségek alapjai, műszaki információk, szabványok, számítógépes szoftverek, tervezési paraméterek, technológiai dokumentációk, pl. specifikációk, helyszínrajzok, karbantartási- és szervizkönyvek stb.

Technológia

6

A technológia nukleáris tudáselemei

Az atomreaktor működésének biztonsági alapfeltételei

3C biztonsági funkció

biztonsági funkció

várható üzemi esemény, üzemzavar vagy baleset, atomerőművek esetében a súlyos baleset kialakulásának megelőzésére vagy következményeinek korlátozására előirányzott funkciók, amelyek hozzájárulnak, vagy hozzájárulhatnak az alapvető biztonsági funkciók teljesüléséhez

alapvető biztonsági funkciók (biztonsági feltételek)

(NBSZ 10. 4.)

a nukleáris létesítmény biztonságos üzemeltethetőségének és a vele kapcsolatos tevékenységek alapjául szolgáló biztonsági funkciók:

- a) reaktivitás szabályozása –
- b) hőeltávolítás a besugárzott fűtőelemekből –
- c) a radioaktív anyagok visszatartása –

control reactivity

cool the fuel

contain radioactive substances

Technológia

A technológia nukleáris tudáselemei

A nukleáris energia békés célú alkalmazásának alapelvei Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ)

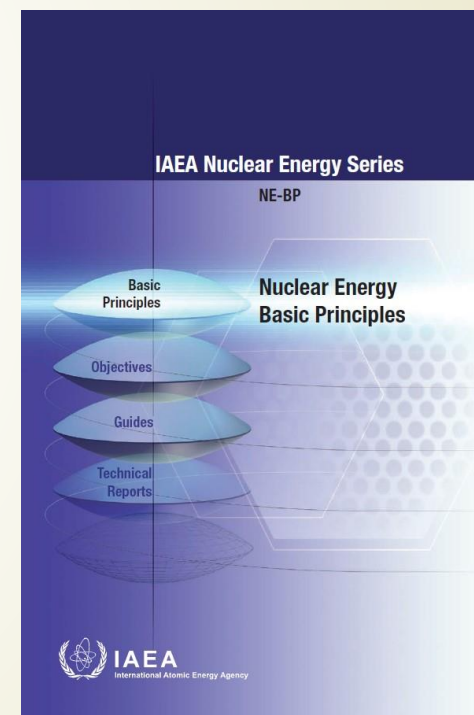
A nukleáris energia alkalmazása nyolc alapelvének csoportjai a

- hasznos alkalmazás (2)
- **felelős alkalmazás** (4)
- fenntartható alkalmazás (2)

körét és feltételét határozza meg.

nukleáris jog alappillérei

(IAEA (2008), Atv. 3. § -5/A §)



A technológia felelős alkalmazása – szabályozási szint

Az atomerőmű működésének biztonsági alapfeltételei

3S biztonsági alappillér

nukleáris biztonság – nuclear **safety** (Atv. 29.3) (az emberek és a környezet védelme)

- megfelelő üzemeltetési feltételek megvalósítása
- balesetek megelőzése, illetve a
- balesetek következményeinek enyhítése

a nukleáris létesítmény, valamint a radioaktív hulladék-tároló életciklusának valamennyi fázisában, amelyek eredményeként megvalósul a munkavállalóknak, a lakosságnak és a környezetnek a létesítmények ionizáló sugárzásából származó veszélyekkel szembeni védelme.

Technológia

9

A technológia felelős alkalmazása – szabályozási szint

3S biztonsági alappillér

nukleáris védetség – security (Atv. 30.4)

azon tevékenységek, eszközök és eljárások összessége, amelyek a

- szabotázs, a
- nukleáris vagy más radioaktív anyaggal elkövetett, a Büntető Törvénykönyv (a továbbiakban: Btk.) szerinti visszaélés,
- közveszélyokozás,
- környezetkárosítás, illetve
- jogtalan eltulajdonítás

megelőzésére, észlelésére, elhárítására és következményeinek kezelésére irányulnak.

nukleáris biztosítékok - safeguards

olyan intézkedések, amelyek révén a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség ellenőrizni tudja, hogy egy állam betartja-e a nemzetközi kötelezettségvállalásait arra vonatkozóan, hogy a nukleáris programokat csak békés célra használja fel.

Technológia

10

A technológia felelős alkalmazása

Speciális nukleáris projekt-szervezés

hosszútávú elkötelezettség - long term commitment

(IAEA (2008))

- a nukleáris energiarendszerek komplex és egymással összefüggő kérdései támogatása hosszútávú és stabil **állami/kormányzati programmal**, a használati előnyök maximalizálása és a nukleáris létesítmények használatával járó felelősség teljesítése érdekében.
- a hosszú távú program kiterjedése:
 - nukleáris létesítmények leszerelése
 - kiégett fűtőelemek kezelése
 - hulladékkezelés
 - bányák és más nukleáris létesítmények helyreállítása, amelyekben környezeti veszélyt okozhatnak.
- a vonatkozó nemzetközi jogi eszközök és jogi követelmények (megállapodások, jegyzőkönyvek, egyezmények stb.) elfogadása a NAÜ Nukleáris Jogi Kézikönyvében leírtak szerint.

program - program (PMI (2006))

koordináltan menedzselte, **kapcsolódó projektek** csoportja.

Olyan előnyök (és jobb felügyelet) elérése céljából menedzselik ezeket közösen, amely előnyök a projektek elkülönült menedzselése esetén nem jelentkeznének.

Az egyén Tudástípusok

11

egyéni tudás - knowledge

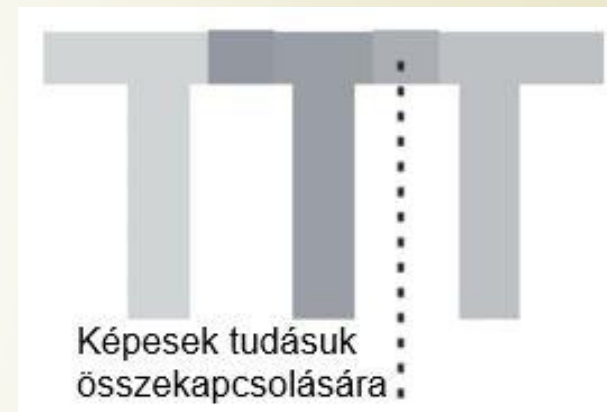
(IAEA (2014) alapján)

információk és összefüggések megismerésére, megértésére használatos

mentális konstrukciók,

alkalmazásuk és kapcsolásuk a kreatív gondolkodáshoz, problémák megoldása és döntéshozatal célból.

A megfelelő **készségekkel** és **attitűdökkel** együttesen a tudás egy adott munka vagy feladat elvégzésének feltétele.



Multidiszciplináris szakértők

A tervezői, üzemeltetői team optimális tudásterületi összetétele a közreműködő multidiszciplináris szakértők T alakú tudásterületei sorozatával vizualizálható

Az egyén

A mentális modell

Az egyéni tudás színvonalának meghatározója

mentális (belső) reprezentáció

olyan mentális struktúra, egy előre felállított információs mintázat, amely megfelel valamilyen tárgynak, elképzelésnek, információgyűjteménynek vagy bármilyen más konkrét vagy elvont dolognak, amivel az egyén foglalkozik.



Az egyén

Egyéni kompetencia

13

kompetencia/felkészültség – KSA, competence, competency
egy adott területen szerzett

- **ismeretek** - knowledge
- **készségek** - skill
- **attitűd** - attitude

kombinációja, amelyek elsajátítása lehetővé teszi az egyén számára egy munka vagy feladat, meghatározott szabványok szerinti, elvégzését

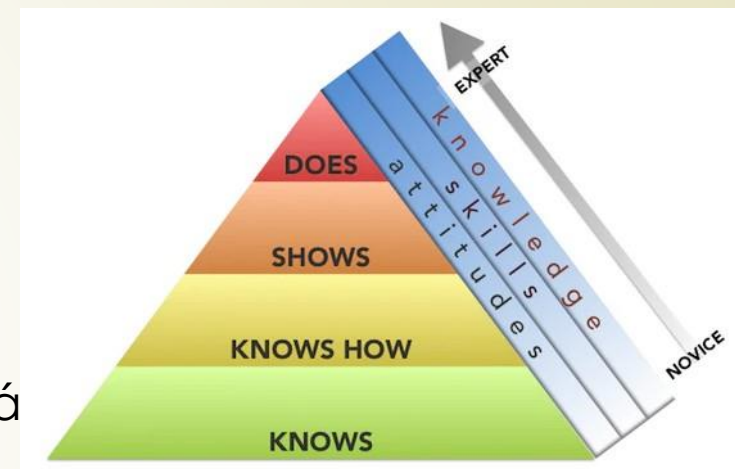
(IAEA 2022)

készség (S) – skill

tanulás útján elért megfigyelhető és mérhető **gyakorlati hozzáértés**, valamilyen dolgok jól begyakorlott, rutinszerűen végzett manuális, verbális vagy mentális manipulációjához.

attitűd (A) – attitude

valamely személlyel, tárggyal, jelenséggel, szituációval, emberek csoportjával kapcsolatos **értékelő beállítódás**, aminek alapján az egyén véleményt alkot, viselkedik, viszonyul.



Az egyén

Energetikai iparág-kompetencia követelmények

14

Foglalkozási kompetenciák

Menedzsment és foglalkozásspecifikus kompetencia

Ipari kompetenciák

Szektorspecifikus technikai kompetencia

Iparági technikai kompetencia

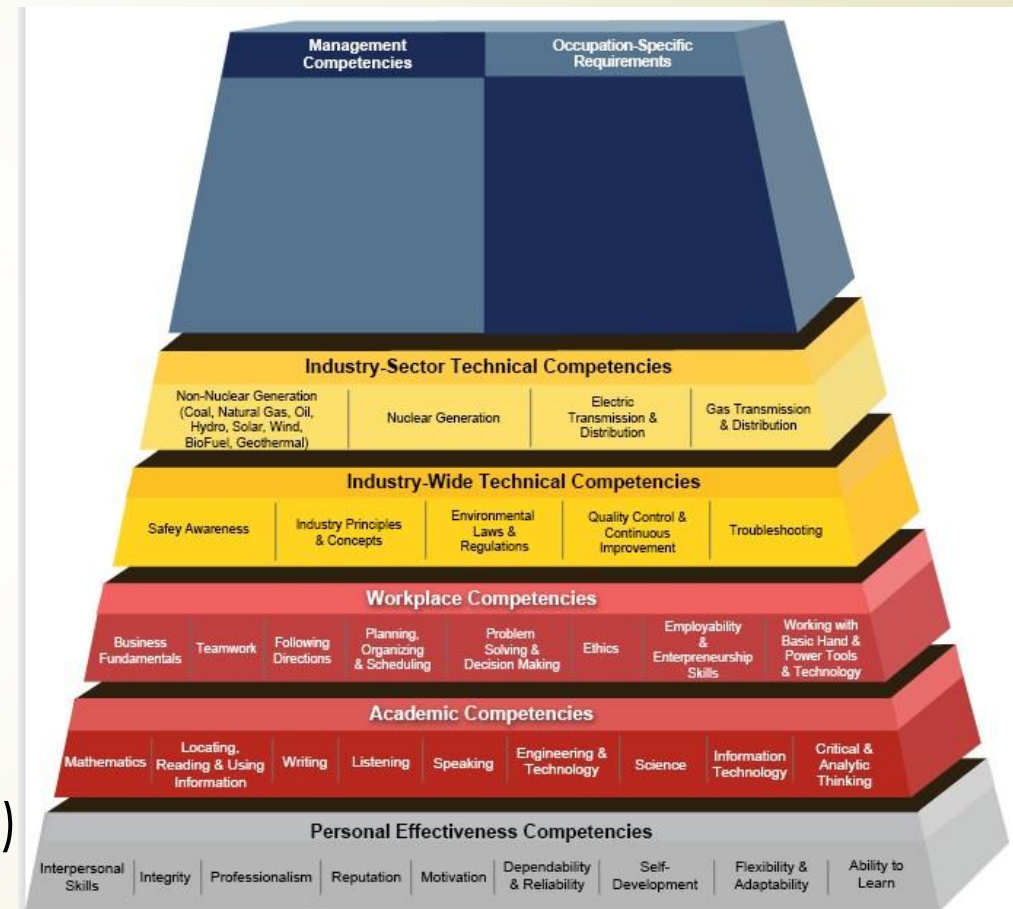
Alap kompetenciák

Munkaköri kompetencia

Akadémiai kompetencia

Egyéni hatékonysági kompetencia (soft skills)

Clearinghouse (USA) modell



<https://www.careeronestop.org/competencymodel/competency-models/energy.aspx>

A szervezet

Szervezeti tudás és kompetencia

szervezeti tudás - organizational knowledge

(IAEA (2022))

a szervezet folyamatainak működéséhez, a termékek és szolgáltatások megfelelőségének eléréséhez szükséges tudás.

szervezeti kompetencia - organizational competency

(IAEA 2022 alapján)

a szervezet azon **képessége**, hogy céljait eredményesen és hatékonyan teljesítse az adott környezetben.

A **szervezeti folyamat** a megfelelő explicit, implicit és tacit tudással, továbbá megfelelő készségekkel rendelkező

- professzionális viselkedésű **emberek** és a
- saját kultúrával, **folyamatokkal**, eljárásokkal, rendszerekkel és technológiával, valamint
- **szervezeti struktúrával** rendelkező környezet

interakcióján keresztül valósul meg.

A szervezet

16

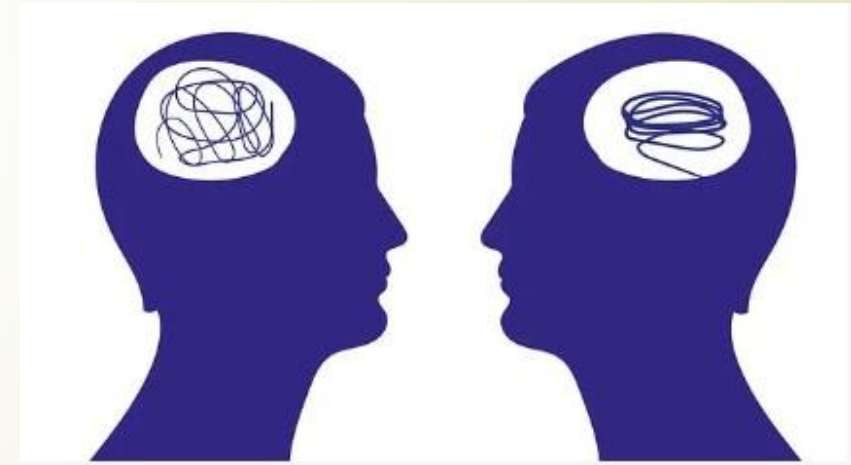
Szervezeti szintű mentális reprezentáció

A megfelelő teljesítmény, ezen belül a megfelelő biztonság, akkor érhető el biztosan, ha a közreműködők egy **közös képpel** rendelkeznek az atomerőműről, a nukleáris létesítményekkel kapcsolatos tevékenységekről.

Az erőmű, általános szintű **mentális képe**, egy mentális (fogalmi) struktúra kialakítása szükséges.

Céljait és alkalmazási területeit tekintve különböző mentális reprezentációkat különböztetünk meg, az

- **operátorok** mentális modelljeinek lényeges része az atomerőmű átmeneti működésére, vészhelyzetre vonatkozik, az
- **atomerőmű megvalósítás és normál üzemi körülményeknek** megfelelő üzemeltetésére vonatkozó mentális modell összefüggésben van ezzel, de ettől irányultságában és lényeges terjedelemi részletekben tér el



A szervezet

17

Folyamattípusok és folyamatcsoportok

folyamattípusok

- fizikai alapú
- menedzsment alapú (üzleti)

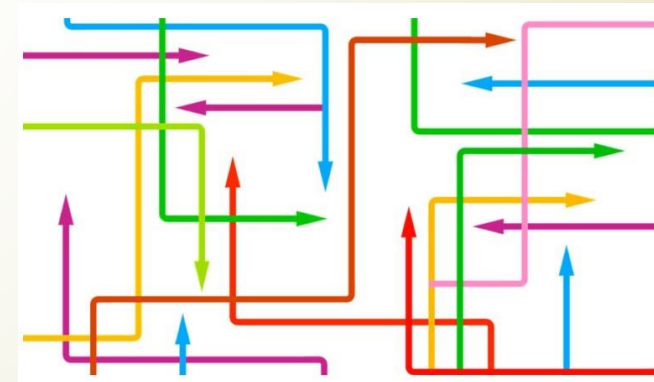
folyamatcsoportok

a folyamatszemplélet, (gazdasági/műszaki), illetve a folyamat tárgya szerint

- **projektmenedzsment – folyamatcsoportok** (5)
ezen belül 44 egyedi folyamat (PMI (2006))
- **rendszertechnikai – folyamatcsoportok** (5)
ezen belül 33 egyedi folyamat (IAEA (2022B) alapján)

menedzsment alapú (üzleti) folyamat-típusok

- szervezeti menedzsment
- forrásmenedzsment
- megvalósítási folyamat
- mérési, elemzési és fejlesztési folyamat



<https://www.qualitywise.pl/process-how-to-design-it-to-manage-it-effectively/>

Speciális nukleáris projekt-szervezés

Hosszútávú elkötelezettség és biztonság biztosítása

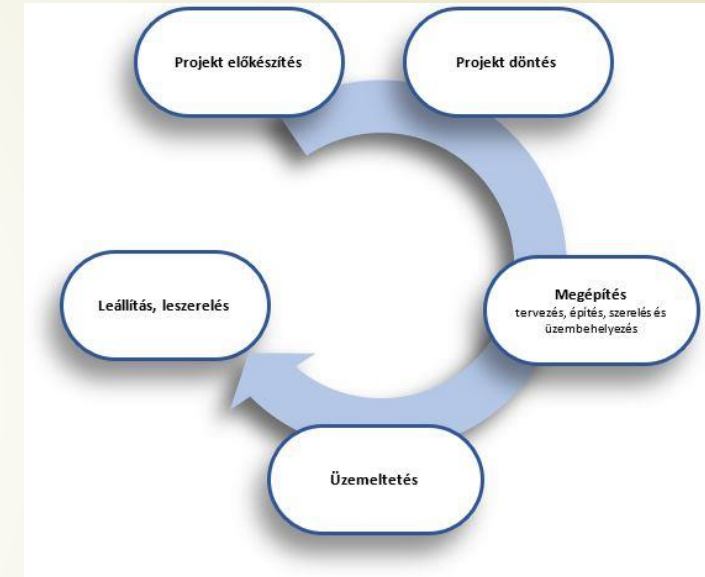
18

Az atomerőmű biztonságos és hatékony irányítása az iparágak többségétől jelentősen **eltérő időbeni perspektívát** igényel, egyes döntések hatása túlmutat a tulajdonos és a kormány szokásos stratégiai perspektíváján.

A működés biztonsági alapfeltételei biztosítása az

- előkészítés
- tervezés és engedélyezés
- építés-szerelés és üzembe helyezés
- üzemeltetés és karbantartás
- leszerelés

során **speciális követelmények** figyelembe vételét igényli.



Az atomerőmű **életciklusát egyetlen időszaknak kell tekinteni**, amely minden szakaszt magában foglal, a tervezéstől a leszerelésig.

Speciális nukleáris projekt-szervezés

19

Az erőmű megvalósítás, üzemeltetés és leszerelés folyamata

életciklus modell - life cycle model

(ISO/IEC/IEEE 15288 (2023) 3.22)

az életciklussal kapcsolatos folyamatok és tevékenységek kerete, amelyek szakaszokba szervezhetők, közös referenciaként szolgálva a kommunikáció és a megértés számára

	Életciklus szakaszok Life cycle stages									
Időablakok <i>Time windows</i>	Előkészítés <i>Development</i>		Tervezés és engedélyezés <i>Design and licensing</i>		Építés-szerelés és üzembe helyezés <i>Construction - installation and commissioning</i>		Üzemeltetés és karbantartás <i>Operating and maintenance</i>		Leszerelés <i>Decommissioning</i>	
Szakterületek és tevékenységek <i>Professional areas and activities</i>	K + F <i>R+D</i>	Koncepció tervezés <i>Conception</i>	Műszaki tervezés <i>Technical design</i>	Kiviteli tervezés <i>Detailed design</i>	Építés – szerelés <i>Construction - installation</i>	Üzembe-helyezés <i>Commissioning</i>	Üzemelés <i>Operation</i>	Karbantartás <i>Maintenance</i>	Védett megőrzés <i>Protected preservation</i>	Bontás és ártalmatlanítás <i>Demolition and</i>

Speciális nukleáris projekt-szervezés

Érdekeltségi szintek

20

érdekeltség - concern

egy érintett fél érdekeltségébe tartozó vagy fontos ügy/téma.

Az érdekeltség a rendszerre gyakorolt bármilyen hatásra vonatkozik, annak környezetében, beleértve a fejlesztési, technológiai, üzleti, működési, szervezeti, politikai, gazdasági, jogi, szabályozási, etikai, ökológiai és társadalmi hatásokat.

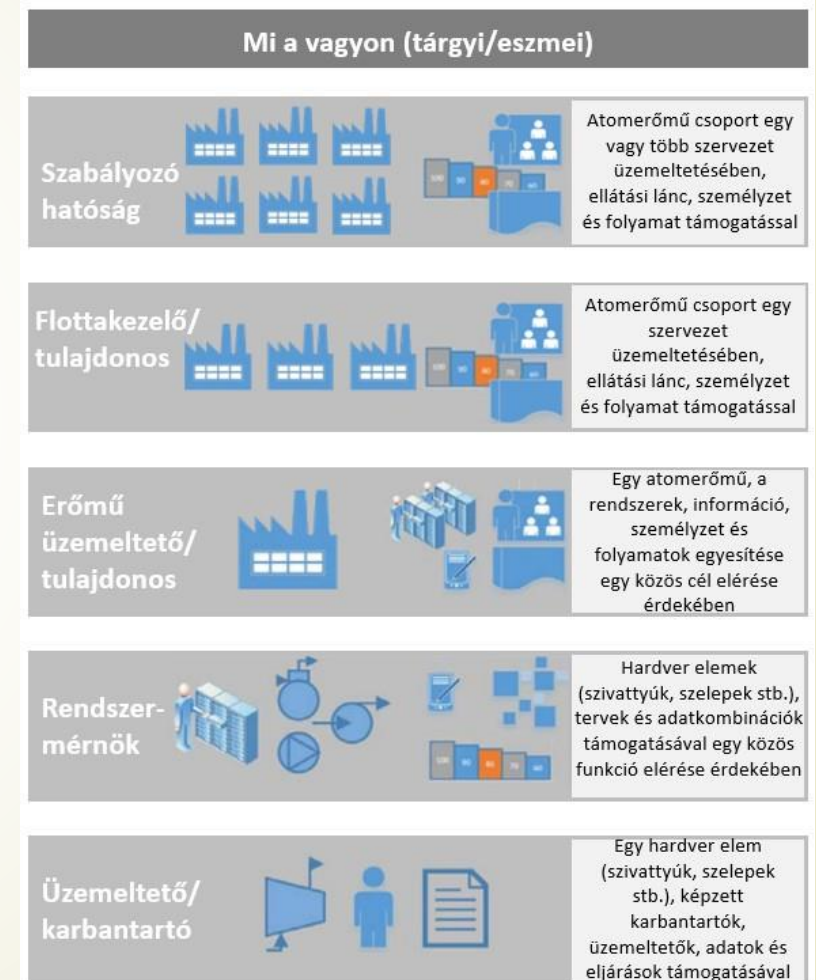
Kulcsszervezetek

- kormány
- üzemeltető/tulajdonos
- szabályozó hatóság
- nukleáris infrastruktúra más szereplői

Projekt stakeholders

- egyéni/szakértői szint
- szervezeti szint
- nemzetgazdasági szint

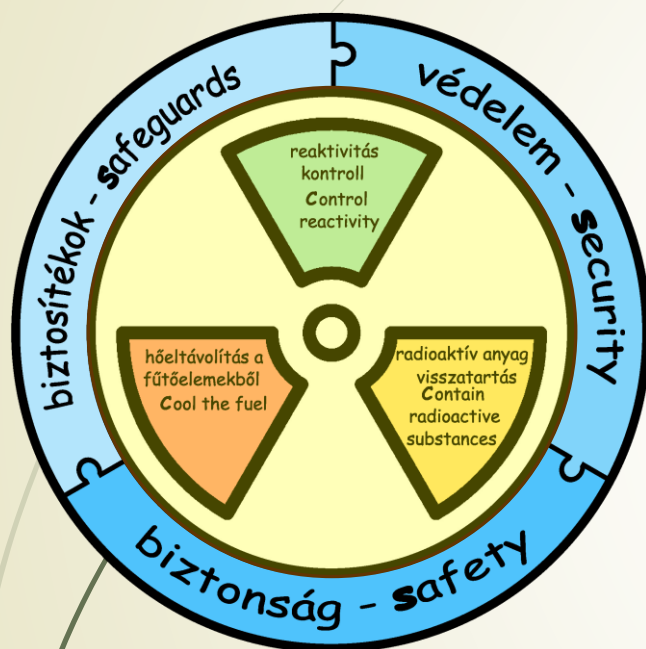
IEAE (2021), Fig. 3.



Nukleáris tudás

Alapvető tudásterületek

21



Az atomerőművi technológia biztonságos működésének alapfeltételei

A technológia általános tudáselemei

- technoware – létesítmény, rendszer és rendszerelem
- humanware – az egyén (emberek)
- orgware – folyamatok és a hozzájuk tartozó infoware

A nukleáris technológia alap tudás-elemei

Az atomreaktor és az atomerőmű biztonságos működésének alapfeltételei

3C biztonsági funkció

3S biztonsági alappillér

A speciális nukleáris projekt-szervezés

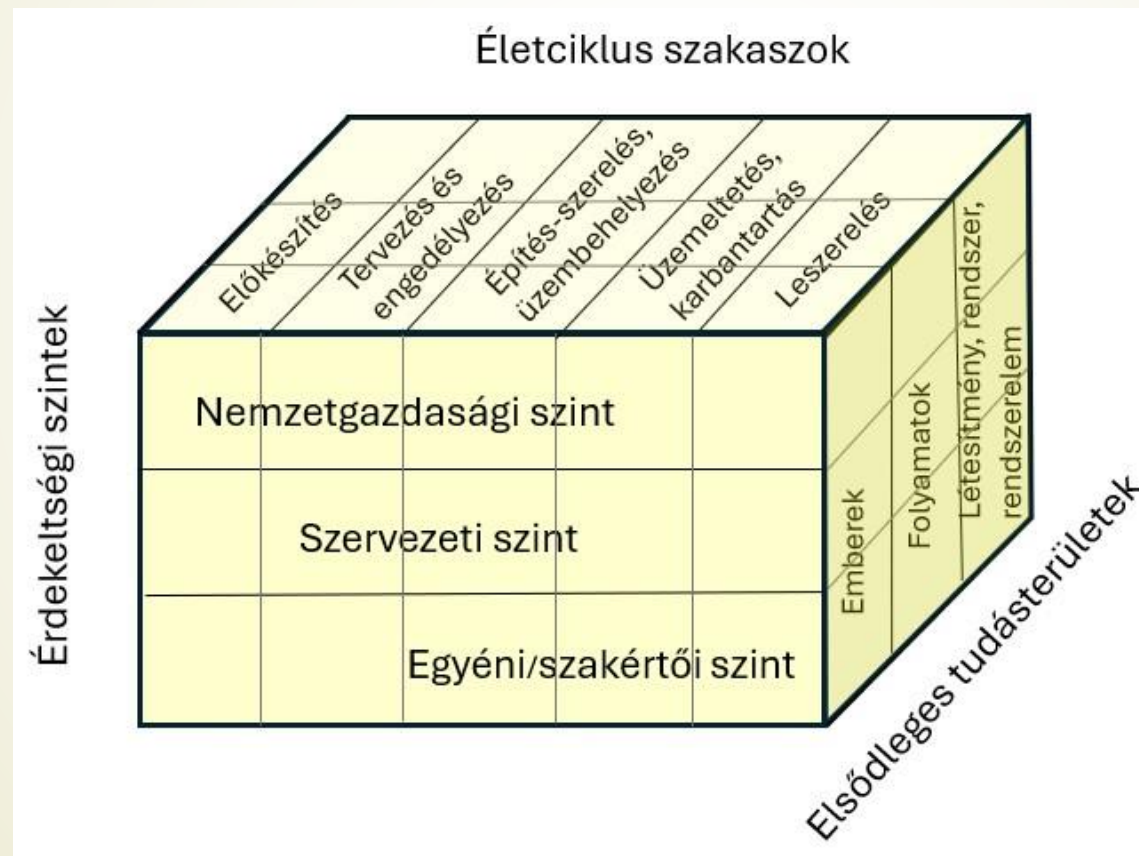
A hosszútávú elkötelezettség alapelvének alkalmazása és a biztonsági követelmények figyelembevétele.

Nukleáris tudás

23

Atomerőmű tudás-bázis – nukleáris tudás-modell

Nukleáris Tervezői Mesteriskola



(IAEA (2023) Fig. A-1. alapján).

Nukleáris tudás

Atomerőmű tudás-bázis

Köszönöm megtisztelő figyelmüket!

DR. MÓGA ISTVÁN
okl. építőmérnök, MBA
morita@t-online.hu

Felhasznált szakirodalmi források

- Greenwood, P. (2011) *Mobility of Engineering Professionals. Up-dated Information paper on mobility prepared for WFEO Standing Committee on Education In Engineering (CEIE)*, 35 p.
- Móga I. (2023) *Atomerőművi alapok. Magyar Mérnöki Kamara Kiadványsorozata. Energetikai Tagozat. FAP-2023/106-ENT*. 205 p.
- Móga I. (2021) *Atomerőmű. Multidiszciplináris mérnöki szótár. Magyar-országi-angol. I.-II. kötet. 1010 p. ISBN: 978-615-01-1146-9*
- Móga I. (2017A) *Az atomerőmű építés vállalkozói környezete. Magyar Energetika, XXIV. évf. 4. szám, 2017 aug., pp. 14-17.*
- Móga I. (2017B) *A nukleárisenergia-szektor sajátosságai. Mérnök Újság, XXIV. évf. 4. szám, 2017 április, pp. 21-23.*
- Szakály D. (2006) *Technológia transzfer: a tudásáramoltatás hatékony módszere. Vezetéstudomány, XXXVII. évf. Különszám, 39-49 p.*
- Atv. 1996. évi CXVI. tv. az atomenergiáról.
- IAEA (2023) *The role of nuclear knowledge management. Vienna, International Atomic Energy Agency. 7 p. https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc58inf-4-att2_en.pdf*
- IAEA (2022) *Guide to knowledge management strategies and approaches in nuclear energy organizations and facilities. International Atomic Energy Agency, Vienna, Nuclear energy series. No. NG-G-6.1. 67 p. ISBN: 978-92-0-125821-2.*
- IAEA (2022B) *Introduction to systems engineering for the instrumentation and control of nuclear facilities. International Atomic Energy Agency, Vienna, Nuclear energy series. No. NR-T-2.14. 79 p. ISBN: 978-92-0-128622-2.*
- IAEA (2021) *Asset management for sustainable nuclear powerplant operation. International Atomic Energy Agency, Vienna, Nuclear energy series. No. NR-T-3.33. 83 p. ISBN: 978-92-0-126820-4.*
- IAEA (2014) *Nuclear engineering education: a competence based approach to curricula development. IEAE Nuclear Energy Series No. NG-T-6.4. Vienna, International Atomic Energy Agency. 39 p. ISBN: 978-92-0-144910-8.*
- IAEA (2008) *Nuclear energy basic principles. Vienna, International Atomic Energy Agency. 11 p. ISSN 978-92-0-112608-5.*
- IAEA (2007) *Safeguards glossary. Vienna, International Atomic Energy Agency. 218 p. ISBN 92-0-111902-X.*
- IEAA (2002) *Safe and effective nuclear power plant life cycle management towards decommissioning. International Atomic Energy Agency, Vienna. IAEA-TECDOC-1305. p.: 30. ISBN 92-0-113002-3.*
- INCOSE (2006) *System engineering handbook. Guide for system life cycle process and activities. Version 3. INCOSE-TP-2003-002-03. INCOSE International Council on Systems Engineering. 185 p.*
- ISO/IEC/IEEE 15288:2015. *System and Software Engineering – System life cycle process.*
- NBSZ 10. *Nukleáris Biztonsági Szabályzatok, 10. kötet. Nukleáris Biztonsági Szabályzatok meghatározásai. 10. melléklet az 1/2022. (IV. 29.) OAH rendelethez. 27 p.*
- PMI (2006) *Projektmenedzsment útmutató. Akadémiai Kiadó, Budapest. 451 p. ISBN: 963 065 8401 8.*
- VTT (2016) *System engineering management plan template. V1. Research report. VTT-R-00153-16. VIT Technology 238. VTT Technical Research Centre of Finland Ltd. Tampere, Finland. 90 p.*