

Czakói Csaba

*ADAPTÍV RENDSZERETIKA (ASE):  
NORMATÍV DÖNTÉSI ÉS TANULÁSI KERET  
BIZTONSÁGKRITIKUS MÉRNÖKI SZERVEZETEK SZÁMÁRA*

---

**Absztrakt**

A nagy kockázatú mérnöki rendszerekben (különösen a nukleáris energetikában) a döntések etikai minősége nem választható el a szervezeti tudástól, a biztonsági kultúrától és a tanulási mechanizmusoktól. Tanulmányomban az Adaptív Rendszeretika (**ASE=Adaptive System Ethics**) modellt mutatom be, és olyan normatív döntési keretként operacionalizálom, amely öt pillérben – előrelátás, részvételiség, igazságosság, adaptivitás, reflexivitás – írja le a felelősség rendszerszintű feltételeit. Feltevésem szerint az ASE (Adaptive Systems Ethics) akkor nyújt használható „etikai iránytűt”, ha az elveket konkrét döntési eljárásokhoz és szervezeti visszacsatolási gyakorlatokhoz (jelentési rendszerek, független felülvizsgálat, tanulságok beépítése) kapcsolom. Módszerként a klasszikus etikai paradigmák kritikai szintézisét, a nagy megbízhatóságú szervezetek (HRO) tapasztalatainak elemzését, valamint esetalapú illusztrációt alkalmazok. Eredményeim azt mutatják, hogy az ASE egyidejűleg kezeli a prospektív kockázatértelmezést, az érintetti szempontok integrálását és a hibatanulást, miközben erkölcsi minimumokat rögzít, és csökkenti a felelősség diffúzióját komplex szervezeti láncokban. Elméleti hozzájárulásom a mérnöki felelősség „morális ökoszisztémájának” fogalmi tisztázása; gyakorlati hozadékom pedig egy olyan, tudásmenedzsmenttel kompatibilis döntéstámogató keret, amely a biztonságkritikus iparágakban a transzparenciát, a nyomonkövethetőséget és a tanulásvezérelt fejlesztést erősíti.

---

*Kulcsszavak: Adaptív Rendszeretika (ASE=Adaptive Systems Ethics); biztonsági kultúra; szervezeti tanulás*

**Bevezetés**

A biztonságkritikus iparágakban a mérnöki döntés ritkán tisztán technikai választás: egyszerre kockázatkezelés, intézményi felelősség és tudásmenedzsment. A döntések nem „a semmiből” születnek, hanem információáramlási csatornákon, szakmai kultúrán, hierarchiákon, valamint korábbi eseményekből leszűrt (vagy éppen el nem sajátított) tanulságokon keresztül. A nukleáris energetika ezért jó „lencse”: a következmények térben és időben kiterjedtek, a bizonytalanság sokszor irredukálható, a felelősség pedig kollektív – mérnökök, vezetők, felügyeleti szervek és társadalmi intézmények között oszlik meg.

A klasszikus erkölcselméleti megközelítések két pólust jelölnek ki. A következményelvű (utilitarista) keret a hasznok és károk összemérhetőségére épít, míg a kötelességalapú (deontológiai) keret minimális erkölcsi korlátokat rögzít, amelyekhez a mérnöki cselekvésnek igazodnia kell. A biztonságkritikus gyakorlatban azonban a mérlegelés nem

redukálható sem pusztán „kárminimalizálásra”, sem pusztán „szabálykövetésre”. A döntések sokszor valószínűségi természetűek, hosszú időhorizonton hatnak, és a rendszer komplexitása miatt a következmények nem vezethetők vissza egyetlen hibára. Ugyanakkor a kötelességek is konfliktusba kerülhetnek (például transzparencia és titokvédelem, ellátásbiztonság és kockázatminimalizálás, működési folytonosság és óvatos leállítást).

Tanulmányom célja, hogy az általam kidolgozott Adaptív Rendszeretika (ASE) modellt normatív döntési és tanulási keretként bemutassam, illetve tudásmenedzsment relevanciáját ismertessem. Az ASE feltevése, hogy a felelősség prospektív (előrettekintő) és intézményes dimenziója nem „járulékos”, hanem a mérnöki döntés erkölcsi minőségének része: nemcsak azt kell tudnom megindokolni, hogy mit választottam, hanem azt is, hogy milyen eljárásokban, milyen tudásminőséggel, milyen visszacsatolási és korrekciós lehetőségekkel választottam. Ennek megfelelően az ASE öt pillére – előrelátás, részvételiség, igazságosság, adaptivitás, reflexivitás – egyszerre rögzít etikai elvárásokat és döntési ellenőrzőpontokat.

Módszertani értelemben a tanulmány kritikai szintézist ad a klasszikus paradigmák mérnöki alkalmazhatóságáról, a biztonságkritikus szervezetekben kialakult tapasztalatokat (safety culture, high reliability) normatív szemszögből rendezni, és a modell működőképességét két rövid, esetalapú illusztrációval (Csernobil; Citicorp Center) teszi kézzelfoghatóvá.

## **Módszertan és a modellalkotás logikája**

Módszertan tekintetében alapvetően normatív és fogalmi megközelítést alkalmazok, ahol az elsődleges cél nem a statisztikai összefüggések kimutatása, hanem egy olyan döntéstámogató keret megalkotása, amely a mérnöki gyakorlatban explicitté teszi a felelősségre vonatkozó kérdéseket. Kiindulópontom az, hogy a biztonságkritikus technológiák erkölcsi problémái többnyire nem egyetlen „tilalom” vagy egyetlen „haszon” kérdései, hanem sokszereplős, bizonytalan, időben elhúzódó döntési folyamatokban jelennek meg. Ezt a problémát két lépésben közelítem meg. Először a klasszikus erkölcselméleti paradigmák (következményelvűség és kötelességetika) mérnöki alkalmazhatóságát értelmezem újra a nagy kockázatú rendszerek tapasztalatai felől. Másodszor ezt a normatív belátást szervezeti és tudásmenedzsment-szemponturnak elemekkel egészítem ki: a felelősség nemcsak „mit” kérdés, hanem „hogyan” kérdés is – milyen eljárásokban, milyen tudásminőséggel és milyen visszacsatolással születik meg a döntés.

A modellalkotás során az operacionalizálhatóságot végig elsőrendű szempontnak tekintem. Ez azt jelenti, hogy minden pillérhez hozzárendelek egy rövid definíciót, egy döntési kérdésmagot, és legalább egy olyan szervezeti mechanizmust, amely a pillér tartalmát ténylegesen képes hordozni (például döntési dokumentálás, peer review, független audit, incident reporting, stakeholder-egyeztetés). Így a modell nem marad pusztán fogalmi térkép, hanem döntési protokollként és szervezeti tanulási keretként is használható.

A tanulmányban szereplő esettanulmányok (Csernobil; Citicorp Center) megmutatják, hogy a modell fogalmi képesek-e valós mérnöki helyzetekben olyan szempontokat láthatóvá tenni, amelyek a pusztán technikai vagy pusztán jogi elemzésben könnyen háttérbe szorulnak. A két eset tudatos ellenpont: az egyikben a döntési rend és a biztonsági

kultúra torzulásai tragikus kimenetelbe futnak; a másikban a felismerés és a korrekció – minden feszültség és kommunikációs dilemma mellett – a kockázat tényleges csökkentését szolgálja.

## **Elméleti háttér: felelősség és tudásmenedzsment a biztonságkritikus szervezetekben**

A biztonságkritikus döntések sajátossága, hogy egyszerre „túl nagyok” és „túl kicsik”. Túl nagyok, mert a potenciális kár nagysága és időbeli kiterjedése meghaladja az egyéni cselekvés hagyományos etikai horizontját (Jonas, 1997). Túl kicsik, mert a döntés gyakran apró lépések sorozatából áll: engedélyezés, módosítás, karbantartási prioritás, eltéréskezelés, üzemviteli kompromisszum. A nagy következményű események sokszor nem egyetlen döntés „hibája”, hanem döntések és mulasztások láncolata, amelyet a szervezet normái és információs rendje tesz lehetővé.

Ez a helyzet a felelősséget a szervezeti tudás dimenziójában is újraírja. A „tudás” itt nem csupán adat és szakmai kompetencia, hanem az a képesség, hogy a szervezet észreveszi-e a gyenge jeleket, képes-e megosztani a rossz híreket, és képes-e a rutinját korrigálni, mielőtt a deviancia normalizálódik. A hibák menedzselése (incident reporting, root cause analysis, corrective action) ezért nem pusztán minőségügyi rutin, hanem etikai feltevél: a tanulás hiánya a jövőbeni károk „előállításának” kockázatát növeli.

A biztonsági kultúra fogalma eredetileg a nukleáris ipar önértelmezésében is megjelent, épp azzal a felismeréssel, hogy a szabályok önmagukban nem garantálják a biztonságot; a szabályok társadalmi- intézményi beágyazása és a kommunikáció minősége meghatározó (IAEA, 1991). A high reliability organizations (HRO) kutatása pedig rámutat: a megbízhatóság nem „hibátlanság”, hanem a hibák előérzetének, korai észlelésének és gyors korrekciójának szervezeti képessége (Weick & Sutcliffe, 2007). A reziliencia-szemlélet ezt a gondolatot továbbviszi: a rendszernek nem csak az eltérések elhárítására, hanem a változó környezethez való alkalmazkodásra is készen kell állnia (Hollnagel, 2014).

Ugyanakkor ezek a megközelítések gyakran leíróak: azt mutatják meg, hogyan működik egy megbízható szervezet, de nem mindig mondják ki, mi a morális minimum, és hogyan igazolható etikai értelemben a döntési rend. A mérnöki etika klasszikus eszköztára itt kapcsolódik: a deontológia rögzíti azokat a korlátokat (pl. nem lehet másokat pusztán eszközzé tenni, nem lehet szándékosan félretájékoztatni), amelyek nélkül a biztonsági kultúra pusztán „hatékonysági eszközzé” silányulna; a következményelvű szempont pedig nélkülözhetetlen a kockázati trade-offok kezeléséhez (Perrow, 1999). A gond az, hogy a két keret közötti közvetítés sokszor ad hoc marad.

Az ASE-modell erre a közvetítésre tesz kísérletet: a klasszikus etikai minimumok és a kockázati racionalitás mellé beemeli a szervezeti tudás és tanulás normatív dimenzióját. A felelősséget nem kizárólag az egyéni döntéshozó tulajdonságaként kezeli, hanem a döntési eljárások minőségének függvényeként: milyen tudás kerül be a döntésbe, hogyan történik az indoklás, van-e felülvizsgálat, és a rendszer képes-e tanulni.

## Hasonlóságok és különbségek: miért „ASE” és nem pusztán safety management?

A felelősség szervezeti dimenzióját a kortárs technikaetikában több keret is megkísérelte megragadni. A felelős kutatás és innováció (RRI) például azt hangsúlyozza, hogy az etika akkor hatékony, ha nem utólagos kontroll, hanem a fejlesztési folyamatba beépített mérlegelés: előrelátás (anticipation), részvétel (inclusion), reflexivitás (reflexivity) és reagálóképesség (responsiveness) együttese (Stilgoe, Owen, & Macnaghten, 2013). Az érték-alapú tervezés (VSD) hasonló logikával dolgozik: a technikai rendszerek értékeket „hordoznak”, ezért a tervezésnek explicitté kell tennie, milyen emberi és társadalmi értékeket épít be a megoldásba. A reziliencia-mérnökség és a HRO-kutatás pedig azt mutatja, hogy a megbízhatóság nem statikus állapot, hanem folyamatos éberség, visszacsatolás és korrekció szervezeti teljesítménye (Weick & Sutcliffe, 2007; Hollnagel, 2014).

Az ASE ezekkel a keretekkel rokon, de három ponton megkülönböztethető. Először: kifejezetten a mérnöki döntéshozatal erkölcsi igazolhatóságára épül, tehát a részvétel, a tanulás és a transzparencia nem pusztán hatékonysági eszköz, hanem normatív követelmény. Másodszor: az ASE az igazságosságot önálló pilléreként kezeli; ezzel a döntési rendet nemcsak „felelősnek”, hanem méltányosnak láttatja, különös tekintettel a terhek és hasznok generációk közötti elosztására. Harmadszor: az ASE a reflexivitást nem egyszerűen „belső minőségbiztosításnak” tekinti, hanem annak vizsgálatának, hogy a szervezet milyen előfeltevésekből gondolkodik a biztonságról, a kockázatról és a felelősségről, és ezek az előfeltevések hol teremtenek vakfoltokat.

Fontos hangsúlyozni, hogy az ASE nem azonos sem egy compliance-programmal, sem egy „best practice” gyűjteménnyel. A compliance a minimum jogi megfelelésre kérdez rá; az ASE ezzel szemben azt vizsgálja, hogy a döntés morálisan igazolható-e akkor is, ha formálisan megfeleltünk. A „best practice” gyakran leíró: sikeres szervezetek működését másolja. Az ASE ezzel szemben normatív keret: a működés etikai indoklását és a döntési rend átláthatóságát követeli meg. Ezért a modell egyszerre filozófiai és szervezetelméleti jellegű: erkölcsi minimumokat rögzít, de ugyanakkor megmutatja, milyen intézményi és tudásmenedzsment-mechanizmusok teszik ezeket a minimumokat ténylegesen érvényesíthetővé.

### Az ASE-modell: alapgondolat és szerkezeti logika

Az Adaptív Rendszeretika (ASE) a mérnöki felelősséget úgy ragadja meg, mint „morális ökoszisztémát”: elvek, szerepek, döntési eljárások, szervezeti normák és visszacsatolási mechanizmusok összefüggő rendjét. A modell abból indul ki, hogy a modern technológiai rendszerekben – különösen a nagy kockázatú rendszerekben – a felelősség több szinten egyszerre jelenik meg: egyéni szinten (szakmai integritás, jelzési kötelezettség), szervezeti szinten (biztonsági kultúra, döntési protokollok, audit), és társadalmi szinten (felügyelet, transzparencia, legitimáció).

Az ASE „adaptív” jelzője nem pusztán menedzsment-szó: azt fejezi ki, hogy a felelősség nem statikus szabálykészlet, hanem tanulásképes döntési rend. A jó döntés nem egyszeri

aktus; döntési ciklus, amelyben az indokok, feltételezések és következmények visszacsatolhatók, és a rendszer korrigálni tud. A modell éppen ezért összekapcsolja a normatív elveket a tudásmenedzsment logikájával: a döntés csak akkor igazolható, ha tanulható (vagyis később is rekonstruálható, megvitatható, és a tanulságok beépíthetők).

Az ASE öt pillére egymást kiegészítő „kérdésirányokat” rögzít. Előrelátás: a döntés jövőbeli és kiterjesztett következményeinek mérlegelése. Részvételiség: az érintetti és szakmai tudás bevonása, valamint a legitimitáció feltételeinek biztosítása. Igazságosság: a hasznok és terhek méltányos elosztása térben, társadalmi csoportok és generációk között. Adaptivitás: a visszacsatolás és hibatanulás intézményi képessége. Reflexivitás: az előfeltevések, vakfoltok és szervezeti narratívák önkritikus vizsgálata. A pillérek együtt azt a célt szolgálják, hogy a felelősség ne utólagos moralizálás legyen, hanem előre beépített döntési minőség.

## **Az öt pillér: rövid definíciók, döntési kérdések és tudásmenedzsment-kapcsolatok**

### **Előrelátás (anticipáció)**

Az előrelátás a döntés időhorizontjának kitágítása. Biztonságkritikus rendszerekben a „jelenben optimális” választás később kockázati csapdává válhat, különösen akkor, ha a döntés visszafordíthatatlan pályát nyit meg. Az előrelátás ezért nem jóslás, hanem felelős forgatókönyv-gondolkodás: milyen alacsony valószínűségű, de nagy következményű eseményeket vállalunk, és milyen hosszú távú hatásokkal számolunk? A nukleáris gyakorlatban ennek intézményi megfelelője a valószínűségi biztonsági elemzés (PSA) és az ALARA-logika: nem elég a határértékek betartása, a kockázatot ésszerűen elérhető minimumra kell szorítani. Etikai értelemben az előrelátás azt is jelenti, hogy a bizonytalanságot nem „elhallgatjuk”, hanem a döntés részeként kezeljük: explicitté tesszük, mire támaszkodik a becslés, és mi az, ami ismeretlen.

Tudásmenedzsment szempontból az előrelátás minősége azon múlik, hogy a szervezet képes-e heterogén tudásokat integrálni: mérnöki számításokat, üzemeltetési tapasztalatot, karbantartási adatokat, valamint a „gyenge jelekből” származó információt. A rossz előrelátás gyakran nem a kompetencia hiánya, hanem az információs szűrők és a szervezeti rutinok következménye: amit a rendszer nem lát, azt nem is fogja mérlegelni.

### **Részvételiség**

A részvételiség pillére azt a kérdést teszi fel: kiknek a tudása és tapasztalata számít a döntésben, és hogyan épül be a mérlegelésbe? Biztonságkritikus szervezetekben a részvétel nem egyszerűen „demokratizálás”; sokkal inkább a releváns tudáshordozók bevonása. Ide tartozik a frontvonalban dolgozók tapasztalata, a független szakértői kontroll, a felügyeleti szervek szerepe, és – társadalmi legitimitás szempontjából – a szélesebb érintetti tájékoztatás.

A részvétel hiánya tipikusan két formában jelenik meg: a szakmai ellenhangok kiszorulásnak („nem szeretünk rossz hírt vinni”), illetve az érintettek tájékoztatása formalitássá válik. Az ASE szemszögéből mindkettő etikai deficit, mert a döntés tudásbázisa beszűkül,

és a felelősség legitimációja sérül. Tudásmenedzsment oldalról a részvétel a „speak-up” kultúra, a jelentési csatornák védelme és a pszichológiai biztonság feltételeinek kérdése: képes-e a szervezet a kritikus információt befogadni.

### **Igazságosság**

Az igazságosság pillére a kockázatok és hasznok elosztására kérdez rá. Biztonságkritikus rendszerekben a haszon gyakran „diffúz” (energiaellátás, infrastruktúra), a kockázat viszont térben koncentrált, és időben elnyúló. Ez a szerkezet igazságossági kérdést vet fel még akkor is, ha a rendszer összességében nagy társadalmi hasznot termel. Az igazságossági mérleg ezért nem pusztán aggregált jólétet vizsgál, hanem azt is, hogy ki viseli a terhet, milyen kompenzációval, milyen tájékoztatással és milyen beleszólással.

Az igazságosság tudásmenedzsment-kapcsolata abban ragadható meg, hogy a „kockázat” és a „haszon” kategóriái nem pusztán objektív mennyiségek: társadalmi értelmezésekhez kötődnek. A döntés legitimációjához ezért szükséges az indoklás közérthető közlése, a kockázat kommunikációja és a döntési alternatívák transzparens bemutatása. Ha ez hiányzik, a bizalom sérül, és a szervezeti tanulás is gyengül (mert a külső visszajelzés ellenségévé válik, nem erőforrássá).

### **Adaptivitás**

Az adaptivitás a szervezeti tanulás etikai dimenziója. A modell szerint nem elég a „hibátlan működés” ideálja; a döntési rendszernek olyannak kell lennie, hogy képes legyen a hibákból, közel-hibákból és anomáliákból tanulni. Ezért az adaptivitás pillére számonkéri a visszacsatolás teljes láncát: észlelés és jelentés; elemzés és felelősségi kijelölés; korrekció és változtatás; majd ellenőrzés, hogy a változtatás valóban beépült-e. A nukleáris iparban ennek szervezeti formái jól ismertek (jelentési rendszerek, eseményelemzés, trendfigyelés), de a modell normatív hangsúlya az, hogy a tanulás hiánya erkölcsi szempontból nem semleges mulasztás.

Az adaptivitás kapcsolódik a Safety-II szemlélethez is: a szervezetnek nemcsak azt kell vizsgálnia, miért romlott el valami, hanem azt is, miért működik a rendszer a mindennapokban a változékonyság ellenére (Hollnagel, 2014). Etikai értelemben ez azt jelenti, hogy a „siker” nem természetes adottság, hanem gondozandó szervezeti teljesítmény, amelynek fenntartása felelősség.

### **Reflexivitás**

A reflexivitás a saját előfeltevéseinkkel való szembenézés kötelessége. Biztonságkritikus szervezetekben a veszély gyakran nem a „nemtudás”, hanem a túlzott magabiztosság, a rutin és az intézményi öngazolás. A reflexivitás ezért azt vizsgálja: milyen normák, szerepfelfogások és szervezeti narratívák irányítják a döntést, és hol lehetnek vakfoltok? Ide tartozik a „normalizált eltérés” jelensége is: amikor az apró szabálysértés megszokottá válik, mert rövid távon nem okoz látható bajt, hosszú távon viszont a biztonságkritikus korlátok eróziójához vezet.

Tudásmenedzsment oldalról a reflexivitás a szervezeti önmegfigyelés: képes-e a szervezet a saját döntési rendjét, mérési rendszerét és teljesítmény-ösztönzőit kritikailag

vizsgálni. A reflexív szervezet nem azonos az önvád kultúrájával; inkább azt jelenti, hogy a felelősség nem áll meg a „bűnbak” kijelölésénél, hanem eljut a rendszerszintű tanulsáig.

## ASE-mátrix: a pillérek döntési kérdései és szervezeti mechanizmusai

Az operacionalizálás egyik legegyszerűbb eszköze egy rövid, kötelezően kitöltendő mátrix, amely a döntési dosszié részeként rögzíti, hogy az öt pillér mentén milyen kérdésekre adtunk választ, és milyen mechanizmusokkal biztosítjuk az elvek gyakorlati érvényesülését. A táblázat célja nem a „kipipálás”, hanem az, hogy a döntés indoklása összehasonlítható, auditálható és később tanulható legyen.

1. táblázat: Az ASE pillérei mint döntési kérdések és tudásmenedzsment-mechanizmusok

ASE Pillér	Döntési kérdés	Tudásmenedzsment-mechanizmus	Példa biztonságkritikus gyakorlatból
<b>Előrelátás</b>	Milyen hosszú távú, súlyos következmények kockázatát vállalom?	Forgatókönyv-elemzés; PSA; döntési kockázati dosszié	Ritka, de súlyos események felmérése és dokumentálása
<b>Részvételiség</b>	Kiket érint, és kinek a tudása hiányzik a döntésből?	Speak-up csatornák; peer review; független felülvizsgálat	Eltéréskezelésnél frontvonal tudásának bevonása
<b>Igazságosság</b>	Ki viseli a terhet, és ki részesül a haszonból?	Kockázatkommunikáció; érintetti egyeztetés; kompenzációs elvek	Lakossági tájékoztatás és legitimációs minimumok
<b>Adaptivitás</b>	Hogyan tanulunk a hibákból és anomáliákból?	Incident reporting; root cause; corrective actions; OPEX	Tanulságok beépítése eljárásokba és képzésbe
<b>Reflexivitás</b>	Milyen előfeltevésekből gondolkodom, és hol lehet vakfolt?	Vezetői review; független audit; „assumption log”	Normalizált eltérés felismerése és visszafordítása

Forrás: szerző saját szerkesztése

## Operationalizálás: az ASE mint döntési és tudásmenedzsment-protokoll

Az ASE gyakorlati értéke azon múlik, hogy a pilléreket ismételhető döntési lépésekhez lehet-e kötni. A következőkben egy egyszerűsített protokollt vázolok fel, amely nem helyettesíti a jogi és technikai eljárásrendeket, de etikai „ellenőrzőhurkot” ad hozzájuk.

Probléma-keretezés és döntési hatókör keretében első lépésként rögzíteni kell: mit döntünk el, milyen alternatívák között, milyen időhorizonton, milyen bizonytalanság mellett. A keretezés etikai tétje, hogy a döntés hatókörének szűkítése gyakran „láthatatlanná” tesz érintetteket és következményeket. A keretezéshez ezért hozzátartozik: mi kerül be a döntésbe, és mi marad kívül – és mi ennek az erkölcsi ára.

A második lépés a jövőbeli hatások és kockázati pályák strukturálása. Itt érdemes külön kezelni a tipikus üzemállapotok kockázatait, a ritka, de súlyos eseményeket, valamint

a visszafordíthatatlan vagy tartós hatásokat. A cél nem a „zéró kockázat” ígérete, hanem az, hogy a döntés tudatosan vállalt kockázatok mellett szülessen, és a bizonytalanságok ne csússzanak a szőnyeg alá.

A harmadik lépés a részvételi terv és tudásbevonás, tehát annak megtervezése, hogy kiket és hogyan vonunk be. Szervezeti szinten ez jelenti a szakmai ellenőrzést (peer review), a független auditot, a felügyeleti egyeztetést és a frontvonal tapasztalatának becsatornázását. Társadalmi szinten pedig a tájékoztatás és a legitimáció minimumait. A részvételi terv lényege: a releváns tudás ne „kívül” maradjon, és a döntés ne információs szigetek között szülessen.

A negyedik lépés az igazságossági mérleg és kommunikáció, vagyis az elosztási szempontok explicitté tétele. Ehhez a biztonságkritikus szervezetekben gyakran elegendő egy rövid, de kötelezően kitöltendő blokk: ki viseli a kockázatot, ki élvezi a hasznot, milyen kompenzáció, milyen tájékoztatás és milyen felülvizsgálat jár hozzá. Az igazságossági mérleg gyakorlati haszna, hogy a rejtett externalitásokat (átterhelt kockázat, információhiány) láthatóvá teszi, és így megelőzheti a későbbi legitimációs válságot.

Az ötödik lépés a döntéshez rendelt tanulási mechanizmus (adaptív visszacsatolás és „tanulási terv”): milyen jelzőszámokat figyelünk, milyen gyakran értékelünk újra, milyen események váltanak ki felülvizsgálatot, és ki jogosult a korrekcióra. A cél, hogy a döntés ne „kőbe vésett” legyen, hanem kontrolláltan módosítható, ha a környezet vagy a tapasztalat ezt indokolja. Ez a lépés adja az ASE „adaptív” jellegének szervezeti formáját.

A reflexív ellenőrzés és dokumentálás keretében végül rögzíteni kell a döntés indoklását és a mögöttes feltételezéseket: miért ezt az alternatívát választottuk, milyen adatokra támaszkodtunk, mit tekintettünk elfogadható kockázatnak, és milyen nyitott kérdések maradtak. A dokumentálás itt nem adminisztratív formalitás, hanem etikai funkció: a nyomkövethetőség csökkenti a felelősség diffúzióját, és lehetővé teszi, hogy később a tanulságokból szervezeti tudás legyen. A döntés „tanulhatósága” az ASE egyik kulcskövetelménye.

A protokoll eredménye egy olyan döntési dosszié, amelyben az öt pillér mentén átláthatóvá válik: milyen jövőképet, milyen érintetti tudást, milyen elosztási logikát, milyen tanulási mechanizmust és milyen reflexív korlátokat építettünk be a döntésbe. Ez a dosszié a tudásmenedzsment szempontjából is érték: új belépők képzésében, auditban, felügyeleti egyeztetésben és esettanulmány-alapú tanulásban is használható.

## **Implementációs feltételek: mitől lesz az ASE „élő” a szervezetben?**

Az ASE gyakorlati bevezetése nem pusztán kommunikációs feladat, hanem intézményi tervezés. A modell akkor működik, ha a szervezetben megjelennek azok a szerepek és eljárások, amelyek az öt pillért hordozzák. Ez többek között döntési felelősségi rendet (ki ír alá, ki vitat, ki auditál), információs csatornákat (jelentés, visszajelzés, transzparens indoklás), valamint idő- és erőforrás-keretet igényel. A biztonságkritikus szervezetekben a legnagyobb kísértés az, hogy a tanulásra és reflexióra szánt időt „termelési veszteségként” értelmezzük; az ASE ezzel szemben azt állítja, hogy a tanulás hiánya a jövőbeni kár kockázatát növeli, tehát erkölcsi értelemben is felelőtlen.

A bevezetés egyik kulcsa az ösztönzők és mérőszámok összehangolása. Ha a szervezet kizárólag rövid távú teljesítménymutatókat díjaz, a részvételiség és a speak-up kultúra könnyen sérül: a rossz hír „kockázattá” válik, amit el kell kerülni. Ezzel szemben az ASE-logika szerint a gyenge jelek jelzése és a „közel-hiba” jelentése pozitív teljesítmény, mert hozzájárul a rendszer tanulásához. A kérdés tehát: a szervezet jutalmazza-e a kritikus észrevételt, és védi-e a jelzőt.

A költség-haszon logika az ASE-ben nem tűnik el, hanem átalakul. A modell nem azt mondja, hogy a biztonság „minden áron” elsőbbséget élvez, hanem azt, hogy a költség-haszon mérlegelésnek átlátható erkölcsi korlátai és igazságossági feltételei vannak. A döntési dosszié egyik funkciója éppen az, hogy a kompromisszumok kimondhatók legyenek: hol húztuk meg a kockázati toleranciát, és mi volt ennek az erkölcsi indoka. Ez különösen fontos ott, ahol a kockázatot mások viselik, mint akik a döntés hasznát élvezik.

Az intézményi feltételek között kiemelendő a független felülvizsgálat szerepe. A reflexivitás pillére nem várhatja el, hogy egy szervezet „magától” mindig felismerje saját vakfoltjait. A független audit, a peer review és a felügyeleti kontroll olyan külső szem, amely a normalizált eltérésekre és a döntési narratívák önigazolására is rá tud kérdezni. Ugyanakkor ezek a mechanizmusok csak akkor működnek, ha a szervezet a kritikát nem ellenségnek, hanem tanulási erőforrásnak tekinti.

Végül, az ASE bevezetése képzési és szocializációs kérdés is. A modell pillérei akkor válnak rutinná, ha a döntési kérdésmagok beépülnek a képzésbe, az esettanulmány-alapú tanulásba és a vezetői gyakorlatba. A „jó mérnök” ebben a keretben nem csupán technikailag kompetens, hanem képes a döntéseit etikai értelemben is indokolni, és képes a rendszer tanulási mechanizmusait működtetni.

## **Esetalapú illusztrációk: Csernobil és a Citicorp Center**

### **Csernobil mint negatív tanulság**

A csernobili atomerőmű 4-es blokkjában 1986. április 26-án történt baleset (a Szovjetunió területén, a mai Ukrajnában) jelentős radioaktív kibocsátással járt, hatása pedig Európa több országában is mérhető volt. A kitelepítések, a hosszú távú környezeti-egészségügyi következmények és a nemzetközi iparági reakciók miatt az eset máig alapvető hivatkozási pont a nagy kockázatú rendszerek működésének megértésében.

A csernobili balesetet gyakran a technikai tervezés, az üzemviteli döntések és a szervezeti kultúra „összeadódó hibájaként” írják le (IAEA, 1992). Az ASE szemszögéből a baleset azért különösen tanulságos, mert egyszerre mutatja meg a prospektív felelősség és a szervezeti tanulás hiányát. A döntési helyzetben a kísérlet célja, az engedélyezés, az üzemviteli fegyelem, a kommunikáció és a felügyeleti kontroll olyan módon kapcsolódott össze, hogy a kritikus kockázati pályák „kikapcsolhatóvá” váltak.

Előrelátás szempontjából a probléma nem merült ki abban, hogy a kísérlet kockázatát alábecsülték. A mélyebb kérdés az volt, hogy a döntési rend kényszerítette-e a legrosszabb forgatókönyvek átgondolását, a korlátok explicit kimondását és a bizonytalanság kezelését. Ha az előrelátás intézményi mechanizmusai (forgatókönyv-elemzés, független

review, tiltó korlátok) gyengék, akkor a kockázat mérlegelése könnyen informális kompromissummá válik.

Részvételiség és tudásmenedzsment szempontjából a baleset egy hierarchikus kultúra jellegzetes torzulását mutatja: a döntési láncban a kritikus ellenhangok kiszorulnak, a rossz hír nem jut fel, a frontvonal tudása pedig nem kap legitim szerepet. Ilyenkor a rendszer valójában saját kockázati jelzéseit némítja el. Igazságosság szempontjából a késleltetett tájékoztatás és az érintettek információhiánya a döntési legitimitás felől is problematikus: a kockázatot viselők nem voltak döntési alanyok, csak tárgyak.

Adaptivitás szempontjából a kérdés az, hogy a szervezet képes-e a gyenge jeleket (anomáliák, eltérések, kisebb események) tanulsággá alakítani. A biztonságkritikus tanulás nem utólagos bűnbakkeresés, hanem előre beépített mechanizmus: jelentés, elemzés, korrekció és ellenőrzés. Reflexivitás szempontjából pedig az öngazolás és a technikai kontroll illúziója a döntési narratívák szintjén is megjelenhet: ha a szervezet azt feltételezi, hogy „uralkodik” a rendszer felett, akkor kevésbé képes a saját vakfoltjainak felismerésére.

### **Citicorp Center, mint pozitív ellenpélda**

A Citicorp Center (New York, Manhattan) egy 1970-es években épült, mérnöki szempontból innovatív felhőkarcoló, amelyet a modern városi szerkezethez való alkalmazkodás és a korszerű tartószerkezeti megoldások tettek ismertté a szakmában. Az átadás után derült fény egy kritikus szerkezeti sebezhetőség lehetőségére, amely extrém szélterhelési helyzetekben jelenthetett volna kockázatot.

A Citicorp Center esete a mérnöki felelősség egy másik arcát mutatja (Morgenstern, 1995): mit teszünk akkor, amikor egy már megvalósult, működő rendszerben derül ki egy kritikus sebezhetőség? Itt a dilemma nem a tervezés absztrakt értékelése, hanem a felismerés utáni döntés erkölcsi minősége: a kockázat csökkentése, a kommunikáció, a szervezeti felelősségvállalás és a reputációs-gazdasági nyomás konfliktusa.

Előrelátás szempontjából a döntés súlyát az adta, hogy a ritka, de súlyos forgatókönyvet (extrém szélterhelés) komolyan vették. A modell szerint az előrelátás erkölcsi tétje éppen a „valószínűtlen” helyzetek kezelése: ha a kár súlyos és az áldozatok száma nagy lehet, akkor a pusztán valószínűség nem elég a kérdés elintézésére. Részvételiség szempontjából a szakmai konzultáció és az újraszámítási folyamat azt jelzi, hogy a kritikus tudás bevonása nem reputációs kockázat, hanem a felelősség része.

Az igazságosság pillére itt abban jelenik meg, hogy a kockázatot viselők (épületben tartózkodók, városi környezet) biztonsága elsőbbséget kapott a rövid távú érdekekkel szemben. Az adaptivitás a gyors korrekcióban és a megerősítési program végrehajtásában ragadható meg: a szervezet nem tagadta le a sebezhetőséget, hanem intézményesített módon kezelte. A reflexivitás pedig a saját tervezési előfeltevések felülvizsgálata: a mérnöki „bizonyosság” helyére a kontrollált kétely és a nyomomonkövethető indoklás lépett. A példa azért értékes, mert megmutatja: a felelősség nem pusztán jó szándék, hanem döntési rend és szervezeti tanulás.

## **Összegzés helyett: Az ASE hozzájárulása a tudásmenedzsmenthez**

Az ASE-modell a tudásmenedzsment szemszögéből három ponton ad kézzelfogható többletet.

A tudást nem semleges erőforrásként, hanem erkölcsileg strukturált tényezőként kezeli. A kérdés nem csak az, hogy „van-e adat”, hanem az is, hogy a döntéshez releváns tudás elérhető-e, megosztható-e, és képes-e a szervezet a kritikus információt befogadni. A részvételiség pillére ezért tudásmenedzsment-kritérium is: a releváns tudásbázis bővítése etikai kötelezettség.

A döntési transzparenciát és a nyomonkövethetőséget nem adminisztratív teherként, hanem morális feltételként fogja fel. A dokumentálás, az indoklás és a felülvizsgálhatóság csökkenti a felelősség diffúzióját, és támogatja a szervezeti tanulást. Ha egy döntés nem rekonstruálható, akkor nem vitatható, nem korrigálható, és a tanulságok sem épülnek be – a felelősség pedig utólag „személyekre” szűkül.

Az ASE a tanulást explicit erkölcsi kötelezettséggé teszi. A hibatanulás nem „opcionális jó gyakorlat”, hanem a felelősség része: a szervezetnek olyan mechanizmusokat kell fenntartania, amelyek a hibákból és anomáliákból tanulságot csinálnak. Ez összhangban áll a HRO-logikával, amely a megbízhatóságot folyamatos éberségként és korrekcióként írja le (Weick & Sutcliffe, 2007).

A modell korlátja, hogy nem ad „automatikus döntést”. A pillérek különböző szempontokat világítanak meg, és ezek között konfliktus keletkezhet. Például a részvételiség növelése időt és erőforrást igényelhet, miközben a gyors korrekció (adaptivitás) azonnali döntést követel; vagy az igazságossági elvárás (kockázat méltányos elosztása) ütközhet rövid távú ellátásbiztonsági célokkal. Az ASE ereje abban áll, hogy a konfliktusokat láthatóvá teszi és rákényszerít az indoklásra; de a kompromisszumhoz intézményi döntési szabályokra, kockázati toleranciákra és vezetői felelősségvállalásra van szükség.

Amellett érvelek, hogy a mérnöki felelősség a biztonságkritikus iparágakban csak rendszerszintű és tanulásközpontú keretben ragadható meg. Az Adaptív Rendszeretika (ASE) öt pillére olyan normatív tájékozási pontokat ad, amelyek a döntés jövőorientált kockázatértelmezését, az érintetti tudás bevonását, az igazságos teherelosztást, a hibatanulást és az önkritikus reflexiót egyszerre teszik láthatóvá. A modell gyakorlati értékét abban látom, hogy a felelősséget döntési protokollá alakítja: az elvek ellenőrizhető kérdésekké válnak, amelyek mentén a döntés indokolható, dokumentálható és később tanulható. Ez teszi az ASE-t a biztonságkritikus szervezetek tudásmenedzsmentjével kompatibilis eljárássá.

## Irodalomjegyzék

- Hollnagel, E. (2014). *Safety-I and Safety-II: The past and future of safety management*. Ashgate.
- International Atomic Energy Agency. (1991). *Safety culture (Safety Series No. 75-INSAG-4)*. IAEA.
- International Atomic Energy Agency. (1992). *The Chernobyl accident: Updating of INSAG-1 (INSAG-7)*. IAEA.
- Jonas, H. (1984). *The imperative of responsibility: In search of an ethics for the technological age*. University of Chicago Press.
- Morgenstern, J. (1995, May 29). The fifty-nine-story crisis. *The New Yorker*.
- Perrow, C. (1999). *Normal accidents: Living with high-risk technologies* (2nd ed.). Princeton University Press.
- Stilgoe, J., Owen, R., & Macnaghten, P. (2013). Developing a framework for responsible innovation. *Research Policy*, 42(9), 1568–1580.
- Weick, K. E., & Sutcliffe, K. M. (2007). *Managing the unexpected: Resilient performance in an age of uncertainty* (2nd ed.). Jossey-Bass.