

Nagy Károly – ChatGPT

INFORMÁCIÓ ÚTJA

— V. KÖTET —

Hogyan változtatja meg az AI
a társadalmat és a gazdaságot?

EMBER
TECHNOLÓGIA
TÁRSADALOM
EGY KÖZÖS
JÖVŐÉRT

TUDÁS • EMBER • LEHETŐSÉG • FELELŐSSÉG

Az Információ útja

V. kötet

Hogyan változtatja meg az AI a társadalmat és a gazdaságot?

Mottó: „az AI akkor változtatja meg igazán a civilizációt, amikor már nem különálló eszköz lesz, hanem infrastruktúra.” /Charles Simonyi/

Tartalomjegyzék

Előszó

Bevezető

I. rész – Amikor az AI infrastruktúrává válik

1. Az AI mint új infrastruktúra

Elektromosság → távközlés → internet → AI. Mi történik, amikor az intelligencia maga válik szolgáltatássá? Lásd: Dél-Korea

2. A láthatatlan AI

AI a logisztikában, pénzügyekben, energiában, gyártásban, közlekedésben és közigazgatásban. Sokszor akkor is használjuk majd, amikor nem tudunk róla.

3. Amikor elhallgat az AI

Mi történik egyórás, egynapos vagy egyhetes AI-kiesés esetén? Felhőszolgáltatók, kommunikáció, energia, kibertámadás, szoftverhiba – és akár egy szélsőséges napvihar.

4. Van még kézi üzemmód?

Mi történik, ha nemcsak az AI tűnik el, hanem közben az emberek is elveszítették azokat a képességeket, amelyekkel helyettesíthetnék?

II. rész – A civilizáció radarja

5. Az AI mint a civilizáció radarja

Nemcsak válaszokat kereshet: olyan veszélyeket és összefüggéseket fedezhet fel, amelyekre még nem gondoltunk.

6. Hol indul meg az első dominó?

Összekapcsolt rendszerek és láncreakciók. Áram → víz → távközlés → üzemanyag → szállítás → élelmiszer → egészségügy → közrend.

7. Nem ott szakad el, ahol a legvastagabb

Homok, kiszáradó folyók, ritka nyersanyagok, speciális alkatrészek, transzformátorok. Egy jelentéktelennek tűnő elem kiesése hogyan béníthat meg hatalmas rendszereket?

8. A pillangóhatás gazdasága

Klímaváltozás → szélsőséges időjárás → repülés → logisztika → ellátási láncok → árak.
Második, harmadik és negyedik következmények.

9. A kérdés, amelyet még senki sem tett fel

Talán nem az AI válaszai lesznek a legértékesebbek, hanem azok a kérdések, amelyeket az adatokban talált furcsaságok alapján feltesz nekünk.

10. A technológia elfeledett padlása

Régi szabadalmak, félbehagyott kutatások, sikertelen kísérletek. Mi bukott el azért, mert rossz ötlet volt – és mi azért, mert ötven évvel túl korán született?

III. rész – A hatékonyság csapdája

11. Hogyan lett ennyire törékeny a világunk?

Just-in-time termelés, minimális készletek, specializáció, globális beszállítói láncok. A rendkívüli hatékonyság ára.

12. Tartalék = pazarlás?

Miért számoljuk fel békeidőben éppen azokat a tartalékokat, amelyekre válságban szükségünk lenne?

13. Egy hét áram nélkül

Nem apokaliptikus fantázia, hanem rendszerkísérlet: mi történne 6 óra, 24 óra, 3 nap és 7 nap után?

14. Amikor nem folyik víz a csapból

Ivóvíz, szennyvíz, élelmiszer, hűtés, üzemanyag. Mennyi ideig önálló valójában egy modern nagyváros?

15. A láthatatlan infrastruktúra: a bizalom

A társadalom nemcsak árammal és üzemanyaggal működik. Működéséhez az is kell, hogy elhiggyük: **holnap is lesz.**

IV. rész – A kiszámíthatatlan alkatrész: az ember

16. Amikor az egyéni racionalitásból kollektív irracionalitás lesz

A kötet egyik központi gondolata:

Millió racionális egyéni döntés kollektíven irracionális eredményt hozhat létre.

17. Az üres benzinkút

Üzemanyaghiány → sorban állás → felhalmozás → konfliktus → még gyorsabb készletfogyás. Hogyan erősíti fel az emberi reakció az eredeti problémát?

18. Az üres polc, fertőző

A COVID tanulsága. Pánikvásárlás, készletezés, áruhiány. Hogyan teremthet valódi hiányt a hiánytól való félelem?

19. Két járvány egyszerre

Egy következő pandémiánál nemcsak a vírust kellene modellezni. Vele együtt terjed az információ, a félelem és az emberi viselkedés is.

20. Amikor kialszanak a fények

Az 1977-es New York-i áramszünet, mint történelmi példa. Mikor válik egy műszaki meghibásodás társadalmi válsággá?

21. Lehet-e modellezni nyolcmillió embert?

Az AI egyik legnehezebb feladata: nemcsak infrastruktúrát, hanem az emberek egymásra reagáló döntéseit is modellezni.

V. rész – Az ellenálló civilizáció

22. Hatékonyság helyett ellenálló képesség?

Nem vagy-vagy. Hogyan található meg az optimális egyensúly költség, hatékonyság és biztonság között?

23. Az AI mint a reziliencia tervezője – digitális ikrek az embertől az országig

Digitális stressztesztek: *Mi történik, ha...?* Milliónyi válsághelyzet szimulálása még azelőtt, hogy valamelyik bekövetkezne.

Nem az a legfontosabb, amid nincs, hanem az, amit már birtokolsz, de vészhelyzetben nem tudsz használni.

24. Az ellenálló ember

Víz, energia, kommunikáció, pénz, tájékozódás, alapvető tudás. Nem túlélőmozgalom, hanem ésszerű önállóság.

25. Az ellenálló vállalat

Beszállítók, energia, internet, felhő, adat, szakemberek. Van-e valódi B terv?

26. Az ellenálló város

Víz, élelmiszer, energia, közlekedés, egészségügy, kommunikáció és közrend egyetlen összekapcsolt rendszerként.

27. Az ellenálló állam

Stratégiai készletek, decentralizáció, tartalék infrastruktúra, válságkommunikáció és az alapvető szolgáltatások folytonossága.

28. Ezt tanítani kellene

Az iskolában nemcsak azt kellene megtanítani, hogyan használjuk a technológiát, hanem azt is, **hogyan boldoguljunk átmenetileg nélküle**. Az AI pedig interaktív válságszimulációkkal taníthatná a rendszerszemléletet.

VI. rész – A gazdaság, amelyben már ott van az AI

29. Amikor minden vállalat AI-vállalat lesz

Nem AI-t fognak gyártani – AI-val fognak működni.

30. A láthatatlan munkatárs

Nem feltétlenül a munkák tűnnek el először, hanem a munkakörök alakulnak át.

31. Az egyszemélyes vállalat

Mire képes egyetlen ember, ha egy virtuális vállalatnyi AI dolgozik mellette?

32. Amikor gépek üzemelnek gépekkel

AI-ügynökök rendelnek, tárgyalnak, áraznak és szerveznek más AI-rendszerekkel. Mi történik, amikor a gazdasági mikro döntések jelentős részéből kimarad az ember?

33. Kié lesz az AI által teremtett gazdagság?

Munka, tőke, termelékenység, tulajdon, adat és számítási kapacitás.

34. Új társadalmi szakadék

Nem egyszerűen gazdagok és szegények között: azok között is, akik hozzáférnek a jó AI-hoz és képesek együtt dolgozni vele – és akik nem.

VII. rész – Az AI és az állam

35. Lehet-e intelligensebb az állam?

Adózás, közlekedés, egészségügyi kapacitások, költségvetés, infrastruktúra és válságkezelés.

36. Kormányzás a visszapillantó tükörből

A hagyományos állam gyakran hónapokkal későbbi statisztikákból dolgozik. Mi változik, ha közel valós időben látja a társadalom állapotát?

37. Mi történik, ha a gép jobb döntést javasol?

Az optimalizálás és a demokrácia konfliktusa. A matematikailag „legjobb” döntés nem feltétlenül társadalmilag kívánatos döntés.

38. Digitális bürokrácia vagy digitális Leviatán?

Ugyanaz az AI, amely jobb államot teremthet, minden korábbinál hatékonyabb megfigyelőállamot is létrehozhat.

VIII. rész – Egy bolygónyi rendszer

39. Problémák, amelyek nem ismernek országhatárokat

Járványok, klíma, energia, víz, migráció, élelmiszer és kereskedelem.

40. Békét is tud-e teremteni az AI?

41. Az AI mint világméretű koordinátor

Segíthet-e olyan problémák kezelésében, amelyekhez ma nincs valódi világméretű döntéshozó rendszerünk?

42. Egy bolygónyi idegrendszer

Műholdak + szenzorok + internet + AI. Egyre közelebb kerülünk ahhoz, hogy szinte folyamatosan érzékeljük a bolygó állapotát.

43. Ki kapcsolhatja ki?

Mi történik, amikor az AI annyira beépül a civilizációba, hogy nélküle már nem tudunk visszatérni a korábbi működéshez?

Epilógus – Nem az AI jövőjéről van szó

Előszó

Amikor elkezdtuk írni *Az információ útja* első kötetét, még elsősorban az érdekelt bennünket, hogyan jutott el az ember a barlang falára rajzolt képektől az íráson, a könyvnyomtatáson, a távirón, a rádión és a számítógépen keresztül az internetig. A történet azonban közben túlnőtt az információ továbbításának és tárolásának történetén.

Az információ előbb tudássá vált, majd hálózatokat hozott létre, végül pedig megjelentek azok a gépek, amelyek már nem egyszerűen tárolják és továbbítják, hanem feldolgozzák, értelmezik, átalakítják és új információt hoznak létre belőle.

A IV. kötetben ezért a mesterséges intelligenciát próbáltuk megérteni. Azt kérdeztük, mit jelent az intelligencia, hogyan tanul egy gép, mit „tud” valójában, gondolkodik-e, lehet-e kreatív, és hol húzódnak képességeinek határai.

Csakhogyan miközben ezeket a kérdéseket vizsgáltuk, valami megváltozott.

A mesterséges intelligencia kilépett a laboratóriumokból.

Beköltözött az irodákba, az iskolákba, a kórházakba, a gyárakba, a bankokba, a szerkesztőségekbe és az otthonainkba. Szöveget ír, képet készít, programoz, diagnózist segít felállítani, állásra jelentkezőket válogat, reklámokat tervez, ügyfelekkel beszélget és egyre több gépet irányít.

Ettől kezdve már nem csupán technológiai kérdésekről beszélünk.

A kérdés többé nem csak az, hogy **mit tud a mesterséges intelligencia**, hanem az is, hogy **mit tesz velünk**.

Mi történik a munkával, ha egyre több szellemi tevékenységet gépek is el tudnak végezni? Mi történik az oktatással, ha minden diáknak lehet személyes mesterséges tanára? Mi történik a gazdasággal, ha az intelligencia egyre olcsóbb erőforrássá válik? Mi történik a politikával, ha személyre szabott üzenetek millióit lehet pillanatok alatt előállítani? És mi történik az emberrel, ha egy gép nemcsak dolgozik helyette, hanem tanácsot ad, beszélget vele, alkot vele – esetleg jobban ismeri szokásait, mint sok embertársa?

Mindezek mögött pedig ott húzódik egy még nagyobb kérdés.

Kié lesz az intelligencia?

Néhány vállalaté? Államoké? Mindenkié? Vagy olyan közművé válik, mint az elektromosság és az internet?

Erre a kérdésre ma még senki sem tud biztos választ adni.

Talán éppen ez az ötödik kötet legnagyobb nehézsége. Miközben írjuk, a történet máris továbbhalad. Ami tegnap kísérlet volt, ma szolgáltatás, holnap pedig természetes része lehet az életünknek. Mire egy fejezet végére érünk, könnyen megjelenhet egy új technológia, vállalat, szabályozás vagy társadalmi konfliktus, amely miatt újra kell gondolnunk az előző oldalakat.

Ez azonban nem ok arra, hogy ne próbáljuk megérteni, mi történik.

Éppen ellenkezőleg.

Az emberiség történetében sok technológiai forradalom zajlott már le. A földművelés, a könyvnyomtatás, a gőzgép, az elektromosság, az autó, a számítógép és az internet mind átalakította a társadalmat. De ezeknek a találmányoknak elsősorban az ember erejét, mozgását, kommunikációját vagy információhoz való hozzáférését kellett megsokszorozniuk.

Most először olyan technológiát építünk, amely az ember egyik legfontosabb képességét, a **szellemi munkát** kezdi megsokszorozni.

Nem tudjuk még, hová vezet.

Ez a könyv ezért nem jóslat.

Inkább útinapló egy olyan utazásról, amely már elkezdődött, miközben az úti cél még nincs rajta a térképen.

És ezen az úton ezúttal nemcsak a technológia változik.

Mi is.

Bevezető

Amikor az intelligencia gazdasági erőforrássá válik

Az emberi civilizáció története bizonyos értelemben mindig arról szólt, hogyan tudunk egyre többet elvégezni egyre kevesebb emberi erőfeszítéssel.

Az eke megsokszorozta az ember fizikai erejét. A gőzgép kiváltotta az izmok egy részét. A villamos motor gépek millióit hozta mozgásba. A számítógép átvette a számolás és az adatfeldolgozás jelentős részét.

A mesterséges intelligencia azonban valami mást kezd automatizálni.

A gondolkodással végzett munkát.

Nem az emberi gondolkodás egészét, és nem is feltétlenül úgy, ahogyan az ember gondolkodik. De olyan feladatokat, amelyeket korábban szinte kizárólag emberi szellemi képességekhez kötöttünk.

Szöveget ír. Fordít. Programoz. Képeket értelmez. Összefüggéseket keres hatalmas adathalmazokban. Diagnosztikai javaslatokat készít. Dokumentumokat elemez. Beszélget. Tanít. Tervez. Ötleteket ad.

Ezzel egy különös új erőforrás jelenik meg a gazdaságban: **a gépi intelligencia.**

Az ipari forradalom idején olcsó gépi energiához jutottunk. Az informatikai forradalom olcsó számítást és adattárolást adott. Az AI-forradalom pedig talán az intelligencia bizonyos formáit teszi egyre olcsóbbá és egyre nagyobb mennyiségben hozzáférhetővé.

Ha ez valóban megtörténik, annak következményei messze túlmutatnak a számítástechnikán.

Átalakulhat a munkaerőpiac. Egyetlen ember olyan feladatokat végezhet el, amelyekhez korábban egész csoport kellett. Más munkák eltűnhetnek, miközben olyan foglalkozások jelennek meg, amelyek nevét ma még nem is ismerjük.

Átalakulhatnak a vállalatok. Mi történik, ha egy néhány fős cég mesterséges intelligenciák százainak megfelelő szellemi kapacitást tud igénybe venni?

Átalakulhat az oktatás. Mit kell megtanulnia egy gyereknek egy olyan világban, ahol a válasz szinte mindig ott van a zsebében? És mi az, amit éppen ezért még fontosabb lesz megtanulnia?

Átalakulhat a tudomány. Egyetlen kutató sem képes elolvasni a saját szakterületén megjelenő valamennyi publikációt, egy gép viszont milliónyi dokumentumban kereshet kapcsolatokat.

Átalakulhat a politika és a nyilvánosság. Ugyanaz a technológia, amely segít eligazodni az információk között, soha nem látott mennyiségű meggyőző hamis tartalmat is előállíthat.

És megváltozhat a gazdasági hatalom szerkezete is.

Az AI fejlesztéséhez óriási adatközpontok, energia, chipek, adatok és tőke szükséges. Miközben tehát a mesterséges intelligencia demokratizálhatja a tudáshoz és bizonyos képességekhez való hozzáférést, maga az infrastruktúra minden korábbinál nagyobb koncentrációt is létrehozhat.

Ez korunk egyik különös ellentmondása: **az intelligencia egyre több ember számára válhat hozzáférhetővé, miközben az intelligenciát előállító infrastruktúra egyre kevesebb szereplő kezében összpontosulhat.**

Az V. kötet ezekkel a következményekkel foglalkozik.

Nem elsősorban azt vizsgáljuk, hogyan működik egy neurális hálózat. Ezt az előző kötetben megtettük. Most azt kérdezzük, mi történik, amikor ezek a rendszerek találkoznak a valódi világgal: emberekkel, vállalatokkal, államokkal, törvényekkel, pénzzel, hatalommal és érdekekkel.

Nem abból indulunk ki, hogy a mesterséges intelligencia szükségszerűen megmenti a világot.

De abból sem, hogy szükségszerűen tönkreteszi.

A technológia története ennél sokkal érdekesebb. Ugyanaz a találmány rendszerint egyszerre oldott meg régi problémákat és teremtett újakat. Az autó szabadságot adott, és közlekedési baleseteket hozott. Az antibiotikumok milliókat mentettek meg, használatuk pedig rezisztens baktériumokat szelektált. Az internet demokratizálta az információhoz való hozzáférést, miközben álhírek és manipuláció korábban elképzelhetetlen hálózatát is létrehozta.

Nincs okunk azt feltételezni, hogy a mesterséges intelligencia kivétel lesz.

Ráadásul talán nem is maga a technológia jelenti a legnagyobb bizonytalanságot.

Hanem az ember.

Mire használjuk? Ki ellenőrzi? Ki részesül az előnyeiből? Ki viseli a költségeit? Mit engedünk át neki, és mit tartunk meg magunknak? Milyen szabályokat alkotunk, és képesek leszünk-e ezeket betartatni egy olyan világban, ahol országok és vállalatok közben egymással versenyeznek?

És mindenekelőtt: **képes lesz-e a társadalom ugyanolyan gyorsan alkalmazkodni, mint amilyen gyorsan a technológia fejlődik?**

Talán ez lesz a következő évtized egyik legfontosabb kérdése. Mert lehet, hogy nem a mesterséges intelligencia sebessége lesz a legnagyobb probléma, hanem a különbség az ő sebessége és a miénk között.

I. rész – Amikor az AI infrastruktúrává válik

1. Az AI mint új infrastruktúra

Amikor az intelligencia, szolgáltatássá válik

Ha egy XIX. századi embert bevezetnénk egy mai lakásba, valószínűleg nem a televízió vagy a számítógép lenne számára a legnagyobb csoda, hanem a falon lévő konnektor.

Bedugunk egy vezetékét, és energia érkezik.

Nem tudjuk, melyik erőmű termelte. Nem érdekel bennünket, milyen generátor forgott, milyen transzformátorokon és vezetékeken keresztül jutott el hozzánk az áram. Csak azt várjuk el, hogy amikor felkapcsoljuk a kapcsolót, legyen világos.

Az elektromosság infrastruktúrává vált.

Ugyanez történt később a távközléssel. Amikor felemeljük a telefont, nem foglalkozunk azzal, milyen hálózati csomópontokon halad át a beszélgetésünk.

Majd ugyanez történt az internettel. Megnyitunk egy weboldalt, elküldünk egy levelet vagy elindítunk egy filmet, miközben fogalmunk sincs, melyik adatközpont melyik számítógépe dolgozik éppen nekünk.

A háttér eltűnt, csak a szolgáltatás maradt.

Most valami hasonló történik az intelligenciával.

Elektromosság → távközlés → internet → mesterséges intelligencia.

A folyamat következő lépcsőfokán már nem egyszerűen energiát vagy információt kérünk a hálózattól, hanem megoldást.

A konnektortól az intelligenciáig

Az ipari társadalom egyik legfontosabb felismerése az volt, hogy nem szükséges minden gyárnak saját erőművet építenie.

Sokkal hatékonyabb nagy erőművekben előállítani az energiát, hálózaton eljuttatni a felhasználókhoz, majd annyit fogyasztani belőle, amennyire éppen szükség van.

A számítástechnikában ugyanez a folyamat játszódott le.

Az első vállalatok saját számítógépeket vásároltak, saját szervertermeket építettek, saját programokat üzemeltettek. A felhőszolgáltatások megjelenésével azonban már számítási teljesítményt és adattárolást is lehetett szolgáltatásként vásárolni.

Most ennek következő állomásához érkeztünk. **Intelligenciát bérelünk.**

Amikor megkérünk egy AI-t, hogy fordítson le egy levelet, elemezzen egy szerződést, írjon programot, készítsen összefoglalót vagy keressen hibát egy tervben, valójában egy távoli számítási infrastruktúra képességeit vesszük igénybe.

A felhasználó szempontjából azonban mindez egyre kevésbé fontos.

Nem neurális hálózatot akar.

Nem tokent akar.

Nem GPU-időt akar.

Választ akar.

Még pontosabban: eredményt. Ez apró különbségnek látszik, valójában azonban óriási változás.

Az információs hálózathálóból cselekvő hálózat

Az internet első évtizedeiben elsősorban információt kerestünk. Beírtunk valamit egy keresőbe, kaptunk tíz vagy száz találatot, majd nekünk kellett eldöntenünk, melyiket olvassuk el. Az AI már összefoglalhatja ezeket. A következő lépésben pedig nemcsak megmondja, hogyan kell valamit elintézni, hanem el is intézi.

Nem azt válaszolja: „*Itt találja a repülőjegy-foglalási oldalakat.*”

Hanem azt: „*Találtam három megfelelő járatot. A második a legolcsóbb, az első viszont két órával hamarabb érkezik. Melyiket foglaljam le?*”

Majd a válasz után végrehajtja a műveletet. Ezzel alapvetően megváltozik az internet szerepe.

A mai internet nagyrészt **információs infrastruktúra**.

A következő internet egyre inkább **cselekvési infrastruktúra** lehet.

A kettő között pedig az AI áll.

Dél-Korea kísérlete

2026-ban Dél-Korea olyan programba kezdett, amely talán előrevetíti ezt a jövőt.

Az „AI for All” program célja, hogy az ország lakói ingyenesen és használati korlát nélkül férjenek hozzá hazai fejlesztésű mesterségesintelligencia-szolgáltatásokhoz. A kormány

három, technológiai és távközlési vállalatok által vezetett konzorciumot választott ki a rendszer működtetésére. Az állam számítási infrastruktúrát biztosít, és a későbbi működési költségek finanszírozásában is szerepet vállal.

De a terv igazán érdekes része nem az, hogy ingyen lehet majd beszélgetni egy chatbottal.

Hanem az, hogy **az AI-t bele akarják építeni a mindennapi infrastruktúrába.**

Megjelenhet az üzenetküldésben, a telefonos szolgáltatásokban, médiaplatformokon és az ügyintézésben. Segíthet például időpontot foglalni, lakást keresni vagy ügyeket intézni. A szolgáltatók különböző megoldásokkal készülnek: az egyik rendszer telefonon és SMS-ben is használható lehet, másik az ország meghatározó üzenetküldő platformjába építené az AI-ügynököket.

Ez már egészen más elképzelés, mint egy új alkalmazás telepítése.

Az AI **háttér-infrastruktúrává** válik.

Ahogy ma nem gondolunk arra, melyik telefonközpont kapcsolja a hívásunkat, idővel talán arra sem gondolunk majd, melyik mesterséges intelligencia szervezte meg az utazásunkat, töltötte ki az űrlapunkat vagy egyeztetette az orvosi időpontunkat.

Egyszerűen természetes lesz, hogy ott van.

Az intelligencia, mint közmű

Innen már csak egy lépés egy első hallásra különös gondolat: **lehet-e az intelligencia közmű?**

Az ivóvízhez hálózaton keresztül jutunk.

Az elektromossághoz hálózaton keresztül jutunk.

A kommunikációhoz hálózaton keresztül jutunk.

Az információhoz az interneten keresztül jutunk.

Miért ne juthatnánk ugyanígy bizonyos szellemi képességekhez?

Ez természetesen nem azt jelenti, hogy emberi intelligenciát vezetünk a falban. A hálózat számítási kapacitást, modelleket és adatokat kapcsol össze, a felhasználó pedig ezek eredményét kapja meg.

De számára a különbség lassan elmosódhat. Megfogalmaz egy problémát, és a hálózat megoldási javaslatot ad. Ebben az értelemben az AI valóban hasonlíthat az elektromossághoz.

Az elektromos hálózat **energiát szállít oda, ahol munkát kell végezni.**

Az AI-hálózat pedig **szellemi kapacitást szállíthat oda, ahol problémát kell megoldani.**

De kié a „villanyerőmű”?

A hasonlat azonban ezen a ponton kezd nyugtalanítóvá válni. Az elektromos hálózatoknál már régen felismertük, hogy az infrastruktúra birtoklása hatalmat jelent.

Ugyanez igaz a távközlésre.

Ugyanez igaz az internet gerinchálózataira.

És még inkább igaz lehet az AI-ra. Mert az AI-infrastruktúra nem pusztán továbbít valamit.

Értelmez.

Válogat.

Javasol.

Rangsorol.

És egyre gyakrabban döntéseket készít elő. Ha pedig ügynökként működik, cselekedhet is.

Ezért egy ország számára egyre fontosabb kérdés lehet, hogy saját AI-infrastruktúrával rendelkezik-e, vagy néhány külföldi vállalat szolgáltatásaira támaszkodik.

Dél-Korea programjának ezért van technológiai szuverenitási oldala is. A rendszerben jelentős szerepet szánnak a hazai alapmodelleknek, miközben az állam maga is számítási kapacitást biztosít.

Ez már nem egyszerű informatikai beszerzés. Stratégiai kérdés. Ahogyan egy ország számára fontos, honnan érkezik az energiája, egyre fontosabbá válhat az is: **honnan érkezik az intelligenciája?**

Új digitális egyenlőtlenség

Az AI közművé válásának van egy másik következménye is.

Az internet korában digitális szakadékról beszéltünk: volt, akinek volt számítógépe és internetkapcsolata, másnak nem.

Az AI korában új szakadék jelenhet meg. Nem egyszerűen azok között, akiknek van internetük és akiknek nincs, hanem azok között,

akik hozzáférnek a legerősebb AI-rendszerekhez,

és akik csak gyengébbekhez;

akik tudják használni őket,

és akik nem;

akik képesek saját céljaikra alakítani őket,

és akik csak azt kapják, amit mások kialakítottak számukra.

Egy kiváló AI-asszisztenssel dolgozó ember teljesítménye jelentősen eltérhet egy ugyanolyan képzettségű, de ilyen segítség nélkül dolgozó emberétől.

Ezért a mesterséges intelligenciához való hozzáférés idővel nem kényelmi kérdés lehet.

Hanem versenyképességi kérdés.

Oktatási kérdés.

Szociális kérdés.

Végül pedig akár alapvető társadalmi infrastruktúra kérdése.

Dél-Korea kísérlete ebből a szempontból különösen érdekes. Nem arra vár, hogy a piac majd valamilyen módon eljuttatja az AI-t mindenkihez, hanem azt próbálja elérni, hogy jövedelemtől és digitális jártasságtól függetlenül széles körben hozzáférhető legyen.

Amikor már észre sem vesszük

Minden igazán sikeres infrastruktúrával történik valami különös. **Láthatatlanná válik.**

Nem csodálkozunk rá minden reggel arra, hogy folyik a víz a csapból.

Nem gondolunk az elektromos hálózatra, amikor felkapcsoljuk a lámpát.

Nem gondolunk a TCP/IP protokollra, amikor megnyitunk egy weboldalt.

Az infrastruktúra akkor válik igazán fontossá, amikor már természetesnek vesszük.

Valószínűleg az AI-val is ez történik majd. Ma még külön weboldalakat és alkalmazásokat nyitunk meg, és tudatosan azt mondjuk: „**Megkérdem az AI-t.**”

Néhány év múlva talán már nem mondunk ilyet.

Az AI ott lesz a telefonban, az autóban, az iskolában, a kórházban, a vállalati rendszerekben, az államigazgatásban és az otthonainkban. Sokszor talán azt sem fogjuk tudni, hogy egy szolgáltatás mögött mesterséges intelligencia dolgozik.

Ahogy ma sem mondjuk: „*Most elektromosságot fogok használni.*” Egyszerűen felkapcsoljuk a lámpát.

Lehetséges, hogy a mesterséges intelligencia igazi társadalmi forradalma sem akkor következik be, amikor mindenki használni kezdi, hanem akkor, **amikor már senki sem veszi észre, hogy használja.**



2. A láthatatlan AI

Amikor már nem kérdezzük meg, hogy hol van

Ha ma mesterséges intelligenciáról beszélünk, legtöbbünknek valamilyen látványos alkalmazás jut eszébe.

Egy chatbot, amellyel beszélgetünk.

Egy program, amely képet készít.

Egy rendszer, amely zenét komponál vagy videót generál.

Ezek az AI leglátványosabb megjelenési formái. Éppen ezért könnyű azt gondolni, hogy akkor használunk mesterséges intelligenciát, amikor megnyitunk egy AI-alkalmazást, és tudatosan feladatot adunk neki. Pedig az AI társadalmi jelentőségének jó része valószínűleg egészen máshol lesz.

A háttérben.

Olyan rendszerekben, amelyeket soha nem látunk. Nem beszélgetnek velünk, nincs arcuk, és talán még azt sem tudjuk, hogy léteznek. Mégis befolyásolják, mikor érkezik meg a csomagunk, mennyibe kerül egy szolgáltatás, melyik útvonalon halad egy teherautó, mikor indul el egy turbina, melyik alkatrészt kell kicserélni egy gyárban, vagy melyik ügy kerül előre egy hivatalban.

Az első fejezetben azt kérdeztük, mi történik, ha az intelligencia infrastruktúrává válik.

Most tegyük fel a következő kérdést: **Mi történik, ha ez az infrastruktúra láthatatlanná válik?**

A csomag, amely maga keresi az útját

Egy interneten megrendelt termék útja egyszerűnek látszik. Megnyomjuk a „Megrendelem” gombot, néhány nappal később pedig megérkezik a csomag. A kettő között azonban rendkívül bonyolult rendszer működik. El kell dönteni, melyik raktárból induljon az áru. Mennyi készletet kell tartani az egyes raktárakban? Melyik teherautóra kerüljön? Milyen útvonalon haladjon? Milyen sorrendben történjen a kiszállítás? Mi történjen, ha dugó alakul ki, lezárnak egy utat vagy késik egy repülőgép?

Egy nagy logisztikai hálózatban ilyen döntések milliói születhetnek.

Az ember már nem képes minden lehetséges változatot végigszámolni.

A gép viszont képes hatalmas adatmennyiségből mintázatokat keresni, előre jelezni a várható keresletet, optimalizálni az útvonalakat és folyamatosan módosítani a terveket.

A vásárló ebből semmit sem lát. Csak egy üzenetet kap: **„A csomag várhatóan 14:20 és 15:10 között érkezik.”**

A háttérben azonban már egy gépi intelligencia által optimalizált rendszer működhet.

A bank, amely figyel

Hasonló folyamat zajlik a pénzügyekben. Bankkártyánkkal fizetünk egy benzinkútnál. A tranzakció néhány másodperc alatt lezajlik. Ezalatt azonban a háttérben rendszerek vizsgálhatják, hogy a vásárlás hasonlít-e korábbi költségeinkhez. Hol történt? Mekkora összegről van szó? Szokatlan időpontban használják-e a kártyát? Nem jelent-e meg ugyanaz a kártya néhány perccel korábban több száz kilométerrel távolabb?

Ha a rendszer gyanús mintázatot észlel, további ellenőrzést kérhet vagy akár meg is akadályozhatja a tranzakciót. Ez óriási segítség a csalások felismerésében. De ugyanaz a technológia más pénzügyi döntésekben is megjelenhet.

Hitelkockázat.

Biztosítási kockázat.

Befektetési döntések.

Pénzmosás felismerése.

Itt azonban már érzékenyebb területre érkezünk.

Mert nem mindegy, hogy egy algoritmus egy ellopott bankkártyát próbál felismerni, vagy azt becsüli meg, **mennyire vagyunk megbízható emberek.**

Az elektromos hálózat, amely előre gondolkodik

Az elektromos hálózatnak minden pillanatban, egyensúlyban kell lennie. Nagyjából annyi energiát kell termelni, amennyit éppen elfogyasztunk. Ez már önmagában bonyolult feladat. A megújuló energiaforrások terjedésével azonban még nehezebbé válik.

Mikor süt ki a nap?

Mennyire fúj majd a szél?

Mikor kapcsolják be az emberek a légkondicionálókat?

Mikor töltik az elektromos autókat?

Mennyi energiát fogyasztanak holnap délután a gyárak?

Az AI-rendszerek időjárási adatokból, korábbi fogyasztási mintákból és valós idejű mérésekből segíthetnek előre jelezni a keresletet és a termelést. Az eredményből a fogyasztó talán csak annyit vesz észre, hogy amikor felkapcsolja a villanyt, **ég a lámpa.**

Pontosan ez a láthatatlan infrastruktúra lényege.

A gyár, amely meghallja a hibát

Egy ipari gép ritkán egyik pillanatról a másikra romlik el. Előtte gyakran apró jeleket ad. Kissé megváltozik a rezgése.

Néhány fokkal emelkedik egy csapágó hőmérséklete.

Megváltozik a motor által felvett áram.

Olyan hang jelenik meg, amelyet az emberi fül talán észre sem vesz.

Érzékelők ezrei azonban folyamatosan figyelhetik ezeket a jeleket. A gépi tanulás pedig felismerheti azokat a mintázatokat, amelyek korábban meghibásodást előztek meg. Így a karbantartó nem akkor kap értesítést, amikor a gép már leállt. Hanem napokkal korábban:

„A 17-es szivattyú csapágójának meghibásodása valószínű. Ellenőrzés javasolt.”

A karbantartás ezzel reaktívból előrejelzővé válik. Nem a hibát javítjuk. Megpróbáljuk megelőzni.

A közlekedés láthatatlan irányítója

Az önvezető autó látványos. De az AI közlekedési alkalmazásának jelentős része valószínűleg nem ilyen látványos lesz.

Forgalmi lámpák időzítését módosíthatja.

Dugókat jelezhet előre.

Tömegközlekedési járművek menetrendjét igazíthatja a valós forgalomhoz.

Kiszámíthatja, hol várható balesetveszély.

Átterelheti a forgalmat más útvonalakra.

Az autós ebből csak annyit érzékel: **ma valahogy gyorsabban ért haza.**

És talán soha nem tudja meg, hogy néhány kilométerrel arrébb egy algoritmus harminc másodperccel meghosszabbította a zöld jelzést.

És amikor az állam használja?

A legérdekesebb – és egyben legkényesebb – terület talán a közigazgatás. Az állam hatalmas mennyiségű információt kezel.

Adóbevallások.

Engedélykérelmek.

Támogatások.

Egészségügyi és szociális ügyek.

Közbeszerzések.

Hatósági ellenőrzések.

Panaszok és beadványok.

Ezek feldolgozásában az AI hatalmas segítséget jelenthet. Dokumentumokat rendezhet, hiányzó adatokat jelezhet, összefoglalhat több száz oldalas ügyiratokat, kiszűrheti a gyanús eseteket, és rutinfeladatokat automatizálhat. Egy ügy, amely korábban hetekig feküdt egy hivatalban, akár percek alatt feldolgozhatóvá válhat. Ez első pillantásra egyértelmű előny. De itt jelenik meg a láthatatlan AI egyik legfontosabb problémája.

Mi történik, ha nem egyszerűen feldolgozza az adatokat, hanem **befolyásolja a döntést?**

Ki döntött?

Képzeljünk el egy egyszerű helyzetet. Valaki hitelt kér. Elutasítják. Megkérdezi: **Miért?**

A válasz: – A rendszer így értékelte.

De mit jelent az, hogy „a rendszer”?

Milyen adatokat használt?

Milyen súllyal?

Volt-e közöttük hibás adat?

Egy ember hozta meg a döntést, vagy csak elfogadta a gép javaslatát?

És ami talán a legfontosabb: **ki vállalja érte a felelősséget?**

A programozó?

A modellt készítő vállalat?

A bank?

Az ügyintéző?

Az intézmény vezetője?

Vagy senki, mert „ezt dobta ki a gép”?

A láthatatlan AI legnagyobb veszélye talán nem az, hogy rossz döntést hoz. Emberek is hoznak rossz döntéseket. A veszély inkább az, hogy **eltűnik a döntés mögött álló szereplő.**

Az automatizálási csapda

Van egy további probléma is. Ha egy rendszer az esetek 99 százalékában helyes javaslatot ad, az ember idővel hajlamos lesz automatikusan elfogadni.

Eleinte ellenőrzi.

Később csak rápillant.

Végül már azt sem.

Ez az automatizálási torzítás egyik formája: hajlamosak vagyunk nagyobb bizalmat adni a gépnek pusztán azért, mert gép. És éppen a ritka, szokatlan esetekben lehet a legnagyobb szükség az emberre. A gép ugyanis leginkább abból tanul, ami már megtörtént.

A valóban új helyzet azonban éppen azért új, mert **még nincs rá jó múltbeli minta.**

Az AI mindenütt – és sehol

A mesterséges intelligencia jövőjét gyakran humanoid robotokkal, beszélő gépekkel és látványos digitális asszisztensekkel ábrázoljuk. Lehetséges azonban, hogy a valódi AI-forradalom sokkal kevésbé lesz látványos. Nem lesz egy pillanat, amikor arra ébredünk:

„Mától AI-világban élünk.”

Ehelyett apró lépések ezrei történnek.

Egy algoritmus bekerül egy raktárba.

Egy másik a bankba.

Egy harmadik az elektromos hálózatba.

Egy negyedik a közlekedésirányításba.

Egy ötödik a kórházba.

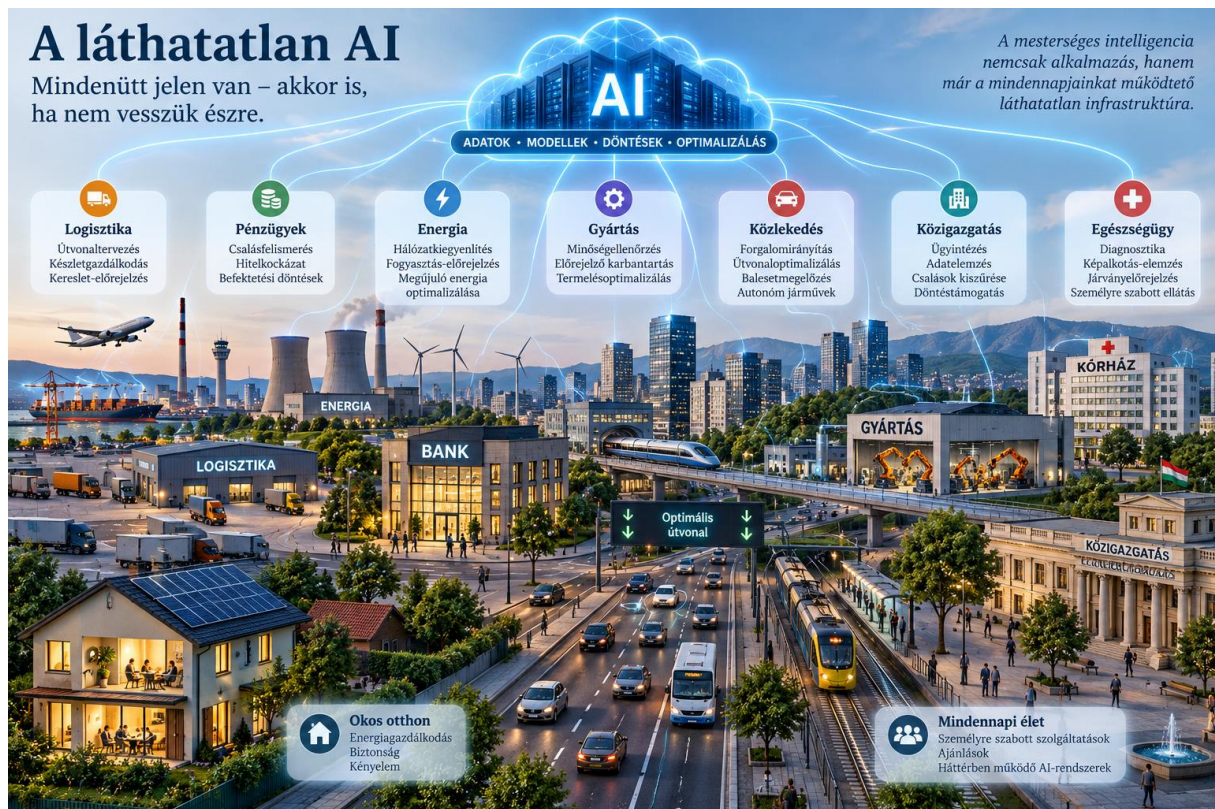
Egy hatodik a hivatalba.

Mindegyik csak egy kis feladatot vesz át.

Aztán egy napon körülnézünk, és rájövünk, hogy civilizációnk működésének jelentős része már olyan rendszerektől függ, amelyek működését az emberek többsége nem látja – és gyakran nem is érti.

Talán ekkor válik igazán fontossá egy új társadalmi alapelv: **nem feltétlenül kell látnunk az AI-t – de jogunk lehet tudni, mikor és milyen módon befolyásolja az életünket.**

Mert a jövő mesterséges intelligenciája talán nem az a gép lesz, amely ott ül velünk szemben, hanem az, **amelyről észre sem vesszük, hogy ott van.**



3. Amikor elhallgat az AI

Az infrastruktúrát akkor vesszük észre, amikor nincs

Az elektromos hálózat működésén ritkán gondolkodunk. Egészen addig, amíg el nem megy az áram. Az internet természetes része az életünknek. Egészen addig, amíg meg nem szakad a kapcsolat. Ha a mesterséges intelligencia valóban olyan infrastruktúrává válik, amilyennek az előző fejezetekben elképzeltük, vele is ugyanez fog történni. Akkor fogjuk igazán megérteni, mennyire függünk tőle, **amikor egyszer nem válaszol**.

Ma egy nagy AI-szolgáltatás néhány órás kiesése leginkább bosszúság. Nem működik a chatbot, várni kell a programkód elkészítésével, a képgenerátor nem válaszol.

De képzeljünk el egy olyan világot tíz év múlva, amelyben AI-rendszerek segítik a logisztikát, az ügyfélszolgálatokat, a gyártást, a pénzügyi ellenőrzést, az egészségügyi adminisztrációt, a közlekedést, az energiahálózatokat és az államigazgatást.

Ott egy AI-kiesés már egészen mást jelenthet.

Egy óra

Az első percekben talán alig történik valami.

Néhány szolgáltatás hibaüzenetet ad.

Az ügyfélszolgálati chatbotok elnémulnak.

A programozók nem kapnak kódjavaslatokat.

A fordító- és dokumentumfeldolgozó rendszerek leállnak.

Egyes vállalati folyamatok várakozó állapotba kerülnek.

Az emberek bosszankodnak.

Ahol jól tervezték meg a rendszereket, automatikusan működésbe lépnek a tartalék megoldások. Egy kisebb helyi modell átveszi az alapfeladatokat, vagy a rendszer visszatér a hagyományos szoftverhez. A kritikus infrastruktúrák pedig elvileg tovább működnek.

Egy erőmű turbinájának nem szabad leállnia azért, mert nem érhető el egy külső AI-szolgáltatás. Egy repülőgépnek nem szabad lezuhannia. Egy kórházi lélegeztetőgépnek sem szabad kikapcsolnia. Ha egyórák AI-kiesés már ilyen következményekkel járna, akkor nem az AI-val lenne a legnagyobb probléma.

Hanem a rendszer tervezésével.

Egy nap

Huszonnégy óra azonban már más.

Felhalmozódnak a feldolgozatlan dokumentumok.

A logisztikai rendszerekben egyre több döntést kell kézzel meghozni.

Az ügyfélszolgálatok túlterhelődnek.

A vállalatoknál előkerülnek a tartalék eljárások.

Már ahol vannak.

Az első órákban még viccelődnek az emberek: Ma megint nekünk kell gondolkodni.

Délutánra azonban kiderülhet, hogy egyes munkahelyeken már senki sem emlékszik pontosan arra, hogyan végezték korábban kézzel az automatizált feladatokat.

Ez nem új jelenség.

A navigációs rendszerek elterjedésével kevesebbet használunk térképet. A számológép mellett ritkábban számolunk fejben. Az automata pilóta miatt a repülésben külön problémává vált a ritkán használt kézi készségek fenntartása.

Az AI ezt a jelenséget a szellemi munkában sokszorozhatja meg. Nemcsak munkát adunk át a gépnek.

Lassan a munkavégzéshez szükséges rutin egy részét is elveszíthetjük.

Egy hét

Egyhetes kiesés már nem informatikai kellemetlenség lenne. Gazdasági eseménnyé válna. Az AI-ra erősen építő vállalatok termelékenységéé visszaesne. Egyes automatizált folyamatokat le kellene állítani. A logisztikai láncokban késések halmozódnának fel. A pénzügyi intézmények tartalék ellenőrzési rendszerekre térnének át. A közigazgatásban nőnének a várakozási idők.

És megjelenne egy különös új munkaerőpiaci előny: **azok az emberek válnának értékesé, akik még tudják, hogyan kell AI nélkül dolgozni.**

A régi mérnök, aki még papíron is képes számolni.

A raktáros, aki ismeri a rendszer logikáját.

Az ügyintéző, aki tudja, milyen szabály alapján születik a döntés.

A gépész, aki nemcsak a diagnosztikai képernyőt tudja leolvasni, hanem érti a gépet is.

Az AI-korszak egyik paradoxona lehet, hogy miközben egyre fejlettebb technológiákat építünk, **egyre értékesebbé válhat néhány régi készség tartalékként való megőrzése.**

De miért hallgatna el?

Az első lehetőség egyszerű szoftverhiba.

Egy hibás frissítés ma is képes számítógépek millióit egyszerre működésképtelenné tenni. Minél egységesebb infrastruktúrát használunk, annál nagyobb lehet egyetlen hiba hatása.

A második ok a felhő.

A modern AI-rendszerek jelentős része hatalmas adatközpontokban működik. Ha egy nagy felhőszolgáltató infrastruktúrájában komoly zavar keletkezik, egyszerre sok, látszólag egymástól független szolgáltatás válhat elérhetetlenné.

Ez a koncentráció egyik árnyoldala. A hálózat kívülről decentralizáltnak látszik. Belül azonban lehet néhány olyan csomópontja, **amelyen meglepően sok minden múlik.**

A kibertámadás

A harmadik lehetőség szándékos.

Ha az AI kritikus infrastruktúrává válik, természetesen célponttá is válik. Nem feltétlenül magát a modellt kell megtámadni. Elég lehet az adatközpontokat, az energiaellátást, a

kommunikációs hálózatot, a hitelesítési rendszert vagy valamelyik nélkülözhetetlen szoftverkomponenst megbénítani. Sőt, bizonyos esetekben a támadó számára talán még előnyösebb, ha a rendszer nem áll le, hanem **rosszul működik**.

Egy elnémult rendszer feltűnik.

Egy manipulált rendszer viszont továbbra is megbízhatónak látszhat.

Ez sokkal veszélyesebb.

És ha a Nap kapcsolja le?

Van egy olyan veszély is, amelyhez sem hacker, sem programhiba nem szükséges.

A Nap időnként hatalmas mennyiségű töltött részecskét lök ki. Egy erős geomágneses vihar zavarhatja a műholdakat, a rádiókommunikációt, a navigációs rendszereket és – különösen kedvezőtlen esetben – az elektromos hálózat egyes részeit.

1859-ben a híres Carrington-esemény idején a távíróhálózatokban olyan erős indukált áramok keletkeztek, hogy egyes berendezések szikráztak, és a kezelők áramütésekről számoltak be.

Akkor a világ legfejlettebb információs infrastruktúrája néhány távíróvezetékéből állt. Ma műholdak, távvezetékek, adatközpontok és globális kommunikációs rendszerek vesznek körül bennünket. Egy rendkívüli napvihar tehát nem közvetlenül „az AI-t ütné ki”.

Valami sokkal alapvetőbbet támadna meg: **az AI alatti infrastruktúrát**.

Villamos energia nélkül nincs adatközpont.

Kommunikáció nélkül nincs felhőszolgáltatás.

Működő hálózat nélkül pedig hiába létezik valahol a világ legjobb mesterséges intelligenciája.

A dominóhatás

Itt jelenik meg a valódi probléma. Egy modern infrastruktúra nem különálló rendszerek halmaza, hanem **rendszerek hálózata**.

Az elektromos hálózat működteti a távközlést.

A távközlés szükséges az energiahálózat irányításához.

Mindkettő szükséges az adatközpontokhoz.

Az adatközpontokra támaszkodnak a bankok, vállalatok és hivatalok. A logisztika működéséhez kommunikáció, navigáció, energia és informatikai rendszerek kellenek. Ha pedig mindezek optimalizálásában AI vesz részt, újabb függőségi réteg kerül a rendszer tetejére. Ezért nem feltétlenül az a legveszélyesebb, ha egyetlen rendszer meghibásodik, Hanem az, ha a hiba **átterjed egyik hálózatról a másikra**.

Áramkimaradás.

Kommunikációs zavar.

Adatközpont-kiesés.

AI-szolgáltatás leállása.

Logisztikai fennakadás.

Ellátási probléma.

A lánc bármely pontján kezdődhet.

A papír és ceruza nem butaság

2024-ben egy romániai zsarolóvírus-támadás miatt kórházak tucatjai kényszerültek arra, hogy digitális rendszereik helyett ismét papírt és tollat használjanak.

Első pillantásra groteszk kép. A XXI. századi kórház hirtelen visszatér a papírhoz. Valójában azonban fontos mérnöki tanulság.

A tartalék rendszernek nem kell ugyanolyan fejlettnnek lennie, mint az elsődlegesnek.

Csak működnie kell akkor, amikor az elsődleges nem működik.

Egy atomerőműben ezért vannak egymástól független biztonsági rendszerek.

A repülőgépekben ezért találunk redundáns műszereket.

És ugyanezért nem volna bölcs minden emberi tudást és döntési képességet egyszerűen kiszervezni a mesterséges intelligenciának.

Kell egy kézi üzemmód

Az AI-korszak egyik fontos mérnöki és társadalmi alapelve ezért talán meglepően régimódi lesz: **legyen kézi üzemmód.**

Legyen lehetőség arra, hogy a kórház működjön központi AI nélkül.

A gyár csökkentett teljesítménnyel tovább termeljen.

A hivatal alapvető ügyeket el tudjon intézni.

A logisztikai rendszer képes legyen egyszerűbb szabályok szerint működni.

És minden kritikus területen maradjon elegendő ember, aki érti, mit csinált korábban a gép.

Ez természetesen drága. A redundancia mindig drága. A tartalék generátor pénzbe kerül, pedig életének nagy részében áll. A második kommunikációs vonal fölöslegesnek látszik – egészen addig, amíg az első el nem szakad. A képzett ember fenntartása is költségnek tűnhet, ha a gép olcsóbban dolgozik. Egészen addig, **amíg a gép el nem hallgat.**

Nem az AI kiesése a legnagyobb veszély

Van azonban ennél mélyebb tanulság. A modern civilizáció már az AI előtt is elképesztően összetett és kölcsönösen függő hálózattá vált.

Energia nélkül nincs kommunikáció.

Kommunikáció nélkül akadozik a pénzügyi rendszer.

Pénzügyi rendszer nélkül nehézé válik a kereskedelem.

Logisztika nélkül kiürülnek az üzletek.

Digitális rendszerek nélkül pedig egyre több intézmény egyszerűen nem tudja, hogyan folytassa a munkát.

Az AI ezt a hálózatot nem feltétlenül törékenyebbé teszi. Sőt, megfelelően használva éppen ellenkezőleg: gyorsabban felismerheti a hibákat, előre jelezheti a meghibásodásokat, áttervezheti az útvonalakat és segíthet válsághelyzetben. De új függőséget is létrehoz.

Ezért a kérdés nem az, hogy: **„Mi történik, ha egyszer leáll az AI?”**

Hanem inkább az: **„Úgy építjük-e be az AI-t a civilizációnkba, hogy nélküle is képesek legyünk működni?”**

Az igazán fejlett rendszer ugyanis nem az, amelyik soha nem hibásodik meg. Ilyen rendszer nincs. Az igazán fejlett rendszer az, **amelyik hibásan, hiányosan és szükség esetén még a legokosabb része nélkül is képes tovább működni.**

Amikor egyszerre több AI is elhallgatott

2026 szeptemberének elején néhány órára különös ízelítőt kaptunk abból, milyen lehet egy AI-ra egyre jobban támaszkodó világban egy nagyobb szolgáltatáskiesés. Rövid időn belül több jelentős mesterségesintelligencia-szolgáltatásnál – köztük a ChatGPT, a Gemini és a Grok rendszereinél – is komoly működési zavarokat jelentettek.

A felhasználók egy része nem kapott választ, mások hibaüzenetekkel találkoztak, illetve egyes funkciók váltak elérhetetlenné.

A történet önmagában nem volt katasztrófa. Néhány órás kiesés után a szolgáltatások helyreálltak, repülőgépek nem zuhantak le, gyárak nem álltak meg, és az üzletek polcai sem ürültek ki.

Éppen ezért érdekes.

2026-ban az AI még sok esetben olyan eszköz, amelynek kiesése elsősorban kellemetlenséget és munkakiesést okoz. De ugyanez az esemény néhány év múlva egészen más következményekkel járhat, ha addigra vállalati folyamatok, ügyfélszolgálatok, programfejlesztés, logisztika, közigazgatás és más szolgáltatások sokkal szorosabban épülnek ezekre a rendszerekre.

A több szolgáltatást közel egy időben érintő zavar egy másik fontos kérdést is felvetett. Kívülről hajlamosak vagyunk az AI-világot sok, egymással versengő rendszerként látni. A háttérben azonban ezek gyakran ugyanannak a digitális ökoszisztémának az elemeire támaszkodnak: adatközpontokra, felhőszolgáltatásokra, hálózatokra, szoftverkönyvtárakra és más közös infrastruktúrákra.

Ezért az igazi kérdés nem az, hogy **leállhat-e egy AI-szolgáltatás**, -természetesen leállhat-, hanem az, hogy amikor az AI már infrastruktúrává válik, **hány másik rendszer áll majd meg vele együtt?**

A 2026. szeptemberi eset ebből a szempontból talán csak egy apró figyelmeztetés volt: **ma még bosszankodunk, ha az AI néhány órára elhallgat. A jövőben az lesz a kérdés, tudunk-e nélküle tovább dolgozni.**

A hiba oka: ismeretlen

Amikor 2026 szeptemberében közel egy időben több vezető mesterségesintelligencia-szolgáltatás is akadozott vagy elérhetetlenné vált, önmagában a leállás talán nem lett volna különösebben meglepő. Nincs hibátlan informatikai rendszer.

Érdekesebb volt, ami utána következett.

A szolgáltatók eltérő technikai okokat neveztek meg, miközben nem vált világossá, hogy a szinte egyidejű problémák között volt-e valamilyen kapcsolat. Ez pedig felvet egy kellemetlen kérdést: **nem tudják pontosan, mi történt, vagy tudják, csak nem akarják elmondani?**

Nehéz eldönteni, melyik lenne aggasztóbb.

Ha nem tudják, akkor olyan összetett infrastruktúrát építettünk, amelyben még az üzemeltetők sem mindig képesek végigkövetni a hibák teljes oksági láncát. Ha tudják, de nem közlik, akkor viszont az átláthatóság és vele együtt a bizalom sérül. Természetesen lehetnek olyan biztonsági részletek, amelyeket nem célszerű nyilvánosságra hozni, de a „hiba történt, kijavítottuk” válasz egy kritikus infrastruktúránál már kevés.

Van azonban egy harmadik lehetőség is: **ismerik a közvetlen okot, de nem ismerik a gyökérokat.**

Ha például egy szolgáltatás azért állt le, mert hibás lett az útválasztás, az még nem feltétlenül magyarázza meg, miért következett be a hiba. Hibás konfiguráció történt? Egy automatikus rendszer rossz döntést hozott? Külső szolgáltató hibázott? Miért nem működött a tartalék útvonal? Miért terjedt tovább a probléma?

Azt mondani, hogy egy repülőgép azért zuhant le, mert megszűnt a felhajtóerő, technikailag akár igaz is lehet. Csak éppen nem tudtuk meg belőle, **miért zuhant le a repülőgép.**

Az AI fejlődésével ezért nemcsak maguknak a rendszereknek kell megváltozniuk. A hibák kezelésének kultúrájának is.

A légiközlekedésben, az energetikában vagy a pénzügyi rendszerben egy súlyos esemény után természetes követelmény a kivizsgálás: mi történt, miért történt, milyen védelmi mechanizmus mondott csődöt, és mit változtatnak meg azért, hogy ugyanez ne történhessen meg újra? Az internetes szolgáltatások világában sokáig elegendő volt néhány szó:

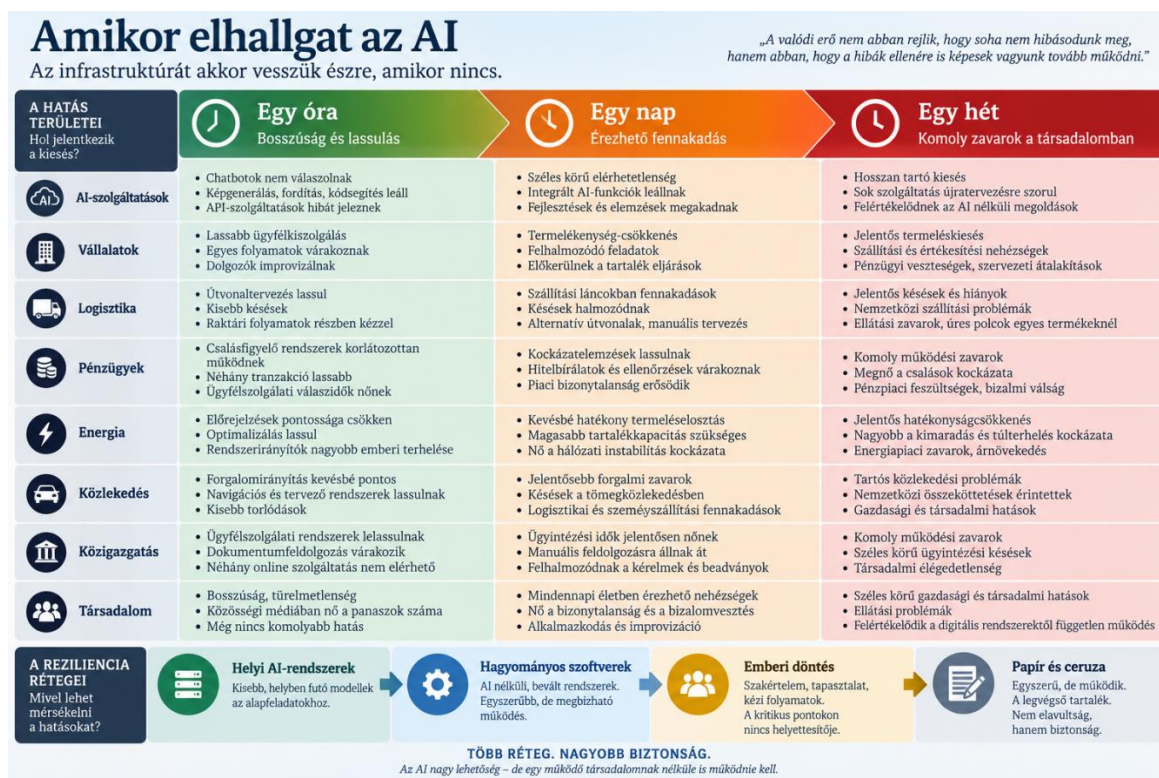
Vizsgáljuk. Megtaláltuk. Javítjuk. Helyreállt.

Ez elfogadható lehet egy olyan szolgáltatásnál, amelynek kiesése legfeljebb bosszúságot okoz. Sokkal kevésbé az, ha ugyanarra a rendszerre már bankok, vállalatok, közigazgatási intézmények vagy egyszer majd kritikus infrastruktúrák működése támaszkodik.

Ekkor ugyanis a szolgáltató hibája már nemcsak a szolgáltató ügye. A bizalom ezért maga is az infrastruktúra részévé válik. Egy kritikus rendszerben nemcsak azt kell tudnunk, hogy működik.

Azt is tudnunk kell, miért nem működött, amikor egyszer nem működött.

Az AI-infrastruktúra felnőtté válásának talán ez lesz az egyik fontos feltétele: **nem elég megbízhatónak lennie – elszámoltathatóan megbízhatónak kell lennie.**



4. Van még kézi üzemmód?

Egy technikai rendszer meghibásodására régen viszonylag egyszerű válaszunk volt: visszatérünk a kézi üzemmódhoz.

Harminc évig dolgoztam bankban. Már mintegy tizenöt évvel ezelőtt is követelmény volt, hogy egy fontos informatikai rendszer kiesésére legyen alternatív eljárásunk. Ha például az ügyfélminősítő rendszer nem működött, pontos leírás állt rendelkezésre arról, hogyan lehet az értékelést manuálisan elvégezni. A számítógép kieshetett, de a hitelezés nem állhatott le.

Ez azért működött, mert a program csak automatizált egy olyan folyamatot, amelyet az emberek továbbra is értettek. A rendszer mögött még ott volt az emberi tudás.

Az AI korában ez már nem feltétlenül lesz így.

Amikor a tartalék rendszer az ember

Ha egy mesterséges intelligencia éveken keresztül dokumentumokat elemez, ügyfeleket minősít, diagnosztikai képeket értékel, útvonalakat tervez, gépeket irányít, vagy üzleti döntéseket készít elő, lassan nemcsak a munka kerül át a géphez.

A hozzá tartozó emberi képesség is leépülhet.

Ismerjük ezt egyszerűbb technológiákból is. A GPS használata után egyre kevesebben tájékozódnak térképpel. A telefonszámokat már alig jegyezzük meg. A helyesírás-ellenőrzőre bízunk a hibák megtalálását. Az automata sebességváltóval közlekedő sofőrnek idővel szokatlanná válhat a kézi váltó. Ezek többnyire ártalmatlan változások. De mi történik, ha ugyanez kritikus szakmai képességekkel történik?

Egy bankban lehet tartalék szerver. Egy kórházban lehet tartalék áramforrás. Egy adatközpontnak lehet második hálózati kapcsolata.

De hogyan készítünk **tartalék radiológust, diszpécsert, mérnököt vagy hitelkockázati szakembert**, ha a napi munkának azt a részét, amelyben a szakértelem fennmarad, évek óta a gép végzi?

A tudás nem olyan, mint a tűzoltó készülék

Könnyű azt mondani, hogy veszélyhelyzetben majd visszatérünk a manuális működéshez. Csakhogy egy ritkán használt generátort elég rendszeresen ellenőrizni, feltölteni üzemanyaggal és időnként beindítani.

Az emberi tudással más a helyzet.

A szakértelem gyakorlás nélkül kopik. Ráadásul az új munkatársak már eleve olyan környezetben tanulhatnak, amelyben bizonyos feladatokat kezdettől az AI végez. Ők nem elfelejtik a kézi módszert.

Soha nem is tanulják meg. Ez egészen másfajta függőség.

Amikor a gép tudja, az ember pedig ellenőrzi

Van egy még alattomosabb probléma. Az AI terjedésével az ember szerepe sok területen a végrehajtóból ellenőrré változhat. A gép elkészíti az elemzést, az ember jóváhagyja. Ez első látásra biztonságos megoldás. De csak addig, amíg az ellenőrző ember valóban képes felismerni, ha a gép téved.

Ha naponta száz AI-javaslatból kilencvenkilenc helyes, természetes emberi reakció, hogy a századikat is kevésbé kritikusán vizsgáljuk meg. Ha pedig évekig nem kellett önállóan megoldanunk a feladatot, egyre nehezebb megítélni, hogy a gép által adott válasz valóban jó-e. Így különös helyzet alakulhat ki: **az ember formálisan dönt, miközben a döntéshez szükséges tudás egyre inkább a gépnél van.**

A kézi üzemmódot is gyakorolni kell

A megoldás ezért nem feltétlenül az, hogy bizonyos területeken ne használjunk AI-t. Az túl nagy ár lenne, és valószínűleg irreális is.

Inkább azt kell eldöntenünk, **mely emberi képességeket nem engedhetünk eltűnni.**

A repülésben a pilóták szimulátorban rendszeresen gyakorolják azokat a helyzeteket is, amelyekkel pályafutásuk során talán soha nem találkozhatnak. Hasonló gondolkodásra lehet szükség az AI-val működő kritikus rendszerekben is.

Időnként AI nélkül kellene végrehajtani bizonyos folyamatokat. Nem azért, mert így hatékonyabb, hanem azért, hogy kiderüljön: **még képesek vagyunk-e rá.**

A vállalatok katasztrófa-helyreállítási terveiben ezért a tartalék adatközpont, az áramellátás és a kommunikáció mellett megjelenhet egy új fogalom is: **az emberi tudás redundanciája.**

A civilizáció tartalék memóriája

A kérdés azonban túlmutat az egyes munkahelyeken.

Egy technológiai civilizáció mindig elveszít bizonyos régi képességeket. Ma kevesen tudnánk lovat patkolni, kézzel szedni egy nyomdai oldalt vagy távíróberendezést üzemeltetni. Ezzel önmagában nincs semmi baj. Nem kell minden régi technológiát életben tartani.

De különbséget kell tennünk az **elavult tudás** és a **tartalék tudás** között.

Ha egy képességre többé nincs szükségünk, nyugodtan átadhatjuk a történelemnek. Ha azonban csak azért nincs rá szükségünk, mert egyetlen technológiai rendszer folyamatos működésére számítunk, akkor talán érdemes megőrizni.

A jövő ellenálló civilizációjának ezért nemcsak tartalék energiára, vízre, kommunikációra és számítógépekre lesz szüksége.

Tartalék emberi tudásra is.

Mert a valódi technológiai függőség nem akkor kezdődik, amikor használni kezdünk egy gépet, **hanem akkor, amikor már nem tudjuk, hogyan kell nélküle működni.**

II. rész – A civilizáció radarja

5. Az AI mint a civilizáció radarja

A radar különös műszer. Nem akadályozza meg a közeledő vihart, nem téríti el a repülőgépet, és nem oltja el a tüzet. Csupán olyasmit tesz láthatóvá, amit nélküle még nem vennénk észre.

Talán a mesterséges intelligencia egyik legfontosabb jövőbeli szerepe is ilyen lesz. Nem az, hogy minden kérdésünkre választ adjon, hanem hogy **észrevegyen valamit, amiről még azt sem tudjuk, hogy kérdeznünk kellene róla.**

Az ember részeket lát

A modern civilizáció elképesztően összetett rendszer.

Energia, közlekedés, pénzügy, élelmiszer-termelés, vízellátás, egészségügy, távközlés, ipar, kereskedelem és közigazgatás kapcsolódik egymáshoz. Mindegyik mögött további hálózatok húzódnak: beszállítók, alapanyagok, szoftverek, műholdak, adatközpontok, kikötők, vezetékek, raktárak és emberek.

Ezeket a rendszereket külön-külön viszonylag jól ismerjük.

Az energetikai szakember az elektromos hálózatot figyeli. A meteorológus az időjárást. A közgazdász az árat. A logisztikai szakember az ellátási láncot. Az epidemiológus a járványokat. A vízügyi szakember a folyók vízállását.

Csak hogy a valóság nem tartja tiszteletben a szakmák határait.

Egy folyó alacsony vízállása közlekedési problémává válhat. A közlekedési probléma nyersanyaghiánnyá. A nyersanyaghiány termeléskieséssé. A termeléskiesés áremelkedéssé. Az áremelkedés pedig már társadalmi és politikai következményekkel járhat.

Minden szakember a saját területén helyesen láthatja a világot, miközben senki sem látja az egészet.

Az ember részeket lát. Az AI megláthatja a rendszert.

A gyenge jelek

A nagy válságok ritkán kezdődnek nagy válságként. Először csak apró eltérések jelennek meg.

Egy alapanyag szállítási ideje lassan növekedni kezd. Egy folyó vízállása több egymást követő évben szokatlanul alacsony. Egy ritka alkatrész ára feltűnés nélkül emelkedik. Bizonyos kikötőkben egyre hosszabb a várakozás. Egy növénybetegség új területen jelenik meg. Egy biztosítási kategóriában lassan nő a károk gyakorisága.

Ezek külön-külön talán nem jelentenek semmit.

Az emberi figyelem számára ráadásul éppen ezek a legnehezebb jelenségek. Nem látványosak, nem történnek egyik napról a másikra, és gyakran különböző adatbázisokban, országokban vagy tudományterületeken jelennek meg.

A mesterséges intelligencia viszont elvileg egyszerre figyelheti őket.

Nem fárad bele abba, hogy több millió adatsort hasonlítson össze. Nem érdekli, hogy az egyik adat egy meteorológiai adatbázisból, a másik hajózási nyilvántartásból, a harmadik tőzsdei árjegyzésből, a negyedik pedig egy tudományos közleményből származik.

Megkérdezheti:

Mi változik?

Mi tér el a megszokottól?

Mi történik egyszerre olyan helyeken, amelyek között eddig senki sem keresett kapcsolatot?

Ezek a civilizáció gyenge jelei.

Nem jóslás

Könnyű lenne ebből arra következtetni, hogy az AI egyszer majd megjósolja a jövőt. Valószínűleg nem fogja. A társadalom, a gazdaság és a természet túl bonyolult ehhez. Egy választás, egy háború, egy technológiai áttörés, egy új vírus vagy akár egyetlen ember döntése teljesen megváltoztathatja az események menetét. A radar sem jósolja meg, hová repül a repülőgép. Csak megmutatja, hogy **ott van**. Az AI szerepe ezért talán nem a jövő megmondása lesz, hanem a lehetséges jövőök feltérképezése.

Nem azt mondja: „**Ez fog történni.**”

Hanem inkább: „**Erre érdemes odafigyelni.**”

Ez óriási különbség.

Amit senki sem figyel

A mai világban rengeteg adatot gyűjtünk. Paradox módon azonban az adatok mennyiségének növekedésével nem feltétlenül látunk jobban.

Lehet, hogy minden szükséges információ rendelkezésünkre áll egy közelgő probléma felismeréséhez, csak éppen **senki sem teszi egymás mellé a megfelelő adatokat**.

A vasúttársaság ismeri a tehervonatok késéseit. A kikötő ismeri a hajók várakozási idejét. A gyár ismeri a készlet szintjét. A kereskedő látja az árakat. A meteorológiai szolgálat méri a csapadékot. Mindegyik adat igaz. A kérdés az, hogy **ki kapcsolja össze őket?** Itt jelenhet meg az AI valódi ereje. Nem feltétlenül azért, mert „okosabb” nálunk, hanem mert olyan

menyiségű és olyan sokféle információt képes egyszerre vizsgálni, amely emberi léptékben már áttekinthetetlen.

A civilizáció műszerfala

Elképzeltető, hogy egyszer országoknak, városoknak vagy akár az egész világ gazdaságának lesz valamiféle folyamatosan működő AI-alapú „műszerfala”. Nem egyetlen nagy piros lámpával, amely azt jelzi, hogy közeleg a katasztrófa. Inkább sok ezer apró jelből próbálja megmutatni, hol kezd valami szokatlan történni. Figyelheti az energiafogyasztást, a vízkészleteket, a terméshozamokat, a szállítási időket, a nyersanyagárakat, a járványügyi adatokat, a pénzügyi mozgásokat, az időjárást és akár a társadalmi viselkedés változásait.

És időnként talán azt mondja: **„Itt valami nem stimmel.”**

Az ember feladata ekkor kezdődik igazán. Meg kell vizsgálnunk, hogy valódi veszélyt látott-e, véletlen egybeesést vagy hibás adatot. Az AI ugyanis ugyanúgy találhat hamis összefüggéseket, ahogy az ember is. Minél több adatot vizsgálunk, annál több véletlen kapcsolatot találunk közöttük.

A radar sem helyettesíti a pilótát.

Ki figyel a radart?

Van azonban egy kevésbé technikai probléma is. Tegyük fel, hogy az AI valóban felismer egy közelgő veszélyt. Mi történik ezután?

Ki dönti el, hogy komolyan kell-e venni? Ki vállalja egy drága megelőző intézkedés politikai vagy gazdasági költségét egy olyan esemény miatt, amely talán soha nem következik be?

Ha az AI azt mondja, hogy tíz év múlva hiány lehet egy jelentéktelennek látszó nyersanyagból, érdemes-e már most milliárdokat költeni alternatívákra?

Ha téved, fölöslegesen költöttünk. Ha igaza van, de nem hallgatunk rá, tíz év múlva azt kérdezzük majd: **Miért nem vettük észre?**

Pedig lehet, hogy észrevettük. Csak nem hittük el. Ezért a civilizáció radarjának problémája végül nem pusztán technológiai. A radar jelezhet, de a döntést továbbra is nekünk kell meghoznunk.

A radar nem csak veszélyt keres

És talán itt érdemes kiszélesíteni a metaforát. Az AI-nak nem kell kizárólag azt keresnie, hogy mi romolhat el. Megtalálhat olyan összefüggéseket is, amelyekből új lehetőség születhet. Felfedezhet elfeledett kutatási eredményeket, egymástól távoli tudományterületek közötti kapcsolatokat, régen félbehagyott technológiai ötleteket vagy olyan kérdéseket, amelyeket eddig senki sem tett fel. A civilizáció radarja ezért nem egyszerűen veszélyjelző rendszer.

A látóterünket növeli meg.

Az emberi intelligencia egyik legnagyobb ereje mindig az volt, hogy képes volt összefüggéseket felismerni. De az emberi figyelem véges. Egyetlen ember, intézmény vagy kormány sem képes követni mindazt, ami egy nyolcmilliárd emberből álló, globálisan összekapcsolt civilizációban történik.

Talán ezért lesz szükségünk az AI-ra. Nem azért, hogy megmondja, mit tegyünk, hanem hogy időnként rámutasson valamire a hatalmas információs ködben, és azt mondja:

„Nézzetek oda. Ott történik valami.”

Amikor a sebezhetőség térképe is sebezhetőséggé válik

2026 augusztusában kibertámadás érte Berlin tartományi közigazgatásának több rendszerét. A támadók hatalmas mennyiségű adatot szereztek meg, majd a váltságdíj elmaradása után nyilvánosságra hozták azokat. A kiszivárgott dokumentumok között a hírek szerint krízishelyzetekre kidolgozott tervek és Berlin vízellátásának sebezhetőségeiről készített elemzések is szerepeltek.

Az eset különös paradoxonra világít rá.

Egy modern városnak ismernie kell saját gyenge pontjait. Tudnia kell, melyik szivattyútelep, víztározó, transzformátor, kommunikációs kapcsolat vagy közlekedési csomópont kritikus. Enélkül nem lehet felkészülni a válságokra.

Csak hogy ugyanez az információ egy támadó számára is rendkívül értékes.

Egy **új problémát** tesz hozzá: nemcsak maga a kritikus infrastruktúra támadható, hanem **az arról felhalmozott tudás is**.

A jövő AI-val támogatott digitális ikrei ezt a problémát még élesebbé tehetik. Egy megfelelően részletes modell nemcsak azt mutathatja meg, hogyan működik egy város, hanem azt is, **hol lehet a legkisebb beavatkozással a legnagyobb zavart előidézni**.

És itt van a számunkra igazán érdekes paradoxon: **minél alaposabban feltérképezzük egy rendszer sérülékenységet, annál értékeesebb információt hozunk létre annak, aki meg akarja támadni**.

A civilizáció radarjának tehát saját védelemre is szüksége lesz. Mert van egy különös információ, amelyet feltétlenül tudnunk kell – miközben nagyon vigyáznunk kell arra, hogy más ne tudja meg: **hol vagyunk a legsebezhetőbbek**.

6. Hol indul meg az első dominó?

Egy modern városban elmegy az áram.

Első pillantásra egyszerű műszaki hibának tűnik. Kialszanak a lámpák, megáll néhány lift, kikapcsolnak a számítógépek. A fontos intézményekben elindulnak a tartalék generátorok. Majd megjavítják a hibát, és minden folytatódik.

De mi történik, ha nem javítják meg néhány órán belül?

A mobilhálózat tartalék akkumulátorai merülni kezdenek. A benzinkutak szivattyúi nem működnek. Ahol elektromos szivattyúk tartják fenn a víznyomást, ott az ivóvízellátás is veszélybe kerülhet. A bankautomaták és elektronikus fizetési rendszerek akadoznak. A közlekedési lámpák kialszanak. A hűtőraktárak melegedni kezdenek.

A következő probléma már nem feltétlenül elektromos.

És éppen ez a lényeg.

Egy összekapcsolt civilizációban a hiba ritkán marad abban a rendszerben, ahol keletkezett.

A dominók nem egy sorban állnak

A dominóhasonlat azonban kissé félrevezető.

A civilizáció rendszerei nem egyetlen sorban állnak:

áram → víz → közlekedés → élelmiszer → egészségügy.

Inkább hálózatot alkotnak.

Az elektromos hálózatnak szüksége van távközlésre az irányításhoz. A távközlésnek szüksége van elektromos energiára. Az energiaellátásnak szüksége lehet üzemanyagra. Az üzemanyag szállításához közlekedés kell. A közlekedéshez üzemanyag, energia és kommunikáció szükséges.

A kórháznak kell áram, víz, gyógyszer, oxigén, élelmiszer, személyzet és informatikai kapcsolat. A dolgozóknak pedig közlekedésre van szükségük ahhoz, hogy egyáltalán bejussanak a munkahelyükre.

A hálózat ezért visszacsatol önmagába.

A kieső rendszer meggyengíti azt a rendszert is, amelynek az ő helyreállításában kellene segítenie.

Ez az a pont, ahol egy egyszerű üzemzavar kaszkádhibává válhat.

Az első órák megtévesztőek

A modern infrastruktúrák jelentős része rendelkezik tartalékokkal.

Az adatközpontokban szünetmentes tápegységek és generátorok vannak. A kórházaknak tartalék áramellátásuk lehet. A mobilhálózat bázisállomásai akkumulátorokkal működhetnek tovább. Víz tározók biztosíthatnak átmeneti tartalékot. Az üzletek raktáraiban még van áru.

Ezért egy nagyobb rendszerhiba első órái meglepően eseménytelenek lehetnek.

A civilizáció látszólag működik tovább.

Csak hogy a tartalékoknak van egy közös tulajdonságuk: **elfogynak**.

Az akkumulátor lemerül. A generátorból kifogy az üzemanyag. A víztározó kiürül. A raktár készlete elfogy. A dolgozó nem ér be a munkahelyére.

Egy rendszer ellenálló képességét ezért nemcsak az határozza meg, hogy van-e tartaléka.

Hanem az is: **mennyi időre van tartaléka?**

A második dominó fontosabb lehet, mint az első

Tegyük fel, hogy egy városban hosszabb időre megszűnik az áramszolgáltatás.

A legnagyobb veszély talán nem maga az áramhiány.

Lehet, hogy a kritikus pont a vízellátás lesz.

Vagy az üzemanyag.

Vagy a távközlés.

Ha a benzinkutak nem működnek, a tartalék generátorokhoz sem egyszerű üzemanyagot szállítani. Ha a kommunikáció megszakad, a javítócsapatok koordinációja nehezebbé válik. Ha a közlekedés megbénul, az egészségügyi dolgozók sem biztos, hogy eljutnak a kórházba.

A lánc tehát elágazik:

áramkimaradás

- **távközlési problémák**
- **koordináció romlása**
- **helyreállítás lassulása**

és közben:

áramkimaradás

- **benzinkutak kiesése**
- **üzemanyaghiány**
- **generátorok és járművek problémái**

valamint:

áramkimaradás

- **vízellátási zavar**
- **higiéniai problémák**
- **egészségügyi terhelés.**

Egy idő után már nehéz megmondani, melyik volt az eredeti probléma.

Amikor kialszanak a fények

1977 júliusában New York nagy része áramszünetbe borult. Maga a műszaki esemény nem tartott napokig, társadalmi következményei azonban súlyosak voltak: fosztogatások, gyújtogatások és tömeges letartóztatások kísérték az éjszakát.

Hiba lenne azonban ebből azt a következtetést levonni, hogy egy áramszünet automatikusan társadalmi káoszt okoz.

New York ekkor már súlyos pénzügyi és társadalmi problémákkal küzdött. Magas volt a bűnözés, nagy volt a munkanélküliség, sok városrészben komoly feszültségek halmozódtak fel. Az áramszünet nem teremtette meg ezeket.

Eltávolított néhány korlátot, amely addig fékezte őket.

Ez fontos tanulság. A dominók között nemcsak vezetékek, csőhálózatok és számítógépek vannak.

Emberek is.

Amikor kialudtak a fények New Yorkban

1977. július 13-án este New Yorkra heves zivatar csapott le. Villámcsapások és az ezeket követő műszaki problémák súlyosan megrongálták az elektromos hálózatot, majd röviddel fél tíz után a város nagy része sötétségbe borult.

A következő órák a modern nagyvárosok sérülékenységeinek egyik legismertebb példájává váltak. Leálltak a liftek és a metró egy része, kialudtak a közlekedési lámpák, üzletek maradtak védelem nélkül. A rendőrség és a tűzoltóság egyszerre rengeteg riasztást kapott.

De az áramszünet nem pusztán műszaki problémává vált.

A város egyes részein tömeges fosztogatás kezdődött. Üzleteket törtek fel, tüzeket gyújtottak, és a rendőrség több ezer embert vett őrizetbe. Egyetlen éjszaka alatt láthatóvá vált, milyen gyorsan képes egy technikai hiba társadalmi válsággá alakulni.

Csak hogy a történet ennél bonyolultabb.

New York 1977-ben már eleve súlyos helyzetben volt. A város néhány évvel korábban a fizetésképtelenség szélére került, magas volt a munkanélküliség, sok városrészben jelentős

volt a szegénység és a bűnözés, a rendőrség és más közszolgáltatások pedig komoly terhelés alatt működtek. Az áramszünet tehát **nem hozta létre ezeket a problémákat**. Valami mást tett. **Néhány órára eltávolította azokat a korlátokat, amelyek addig fékeztek őket.**

Kialudt a közvilágítás.

Megszűntek a riasztórendszerek.

Nehezebbé vált a kommunikáció.

A rendőrség kapacitását egyszerre rengeteg helyen kötötték le.

A már meglévő társadalmi feszültség pedig lehetőséget kapott arra, hogy felszínre törjön.

Ezért érdekes az 1977-es New York-i áramszünet a civilizáció ellenálló képességének szempontjából. Megmutatja, hogy egy infrastruktúra kiesésének következményeit nem lehet pusztán műszaki adatokból kiszámítani. Ugyanaz az áramszünet két különböző városban – vagy ugyanabban a városban két különböző történelmi pillanatban – egészen más következményekkel járhat.

A hálózat állapota mellett számít a gazdaság állapota.

A közbiztonság.

A társadalmi feszültség.

A lakosság bizalma.

Az intézmények működőképessége.

És az emberek várható viselkedése.

Egy város ellenálló képességét ezért nemcsak az mutatja meg, hány órára elegendő üzemanyag van a tartalék generátorokban.

Az is, hogy mi történik az emberek között, amikor kialszanak a fények.

Az információ is infrastruktúra

Egy hosszabb válságban az egyik első hiánycikk maga a megbízható információ lehet.

Mi történt?

Meddig tart?

Van-e ivóvíz?

Hol lehet üzemanyagot kapni?

Működnek-e a bankok?

Kiürítsük-e a környéket?

Ha a hivatalos kommunikáció megszakad vagy lassú, a hiányzó helyet gyorsan kitöltik a találgatások. Egy pletyka arról, hogy elfogy az üzemanyag, sorokat hozhat létre a benzinkutaknál. Az emberek megtöltik az autóikat és kannáikat. A készlet valóban gyorsabban fogy.

A hamis információ így **valódi hiányt teremthet**.

Ezzel a műszaki dominó sor társadalmi dominó sorrá alakul: **bizonytalanság → készletezés → hiány → még nagyobb bizonytalanság → még több készletezés**.

Egy modern rendszer összeomlásának vizsgálatakor ezért nem elegendő az elektromos hálózatot vagy a vízvezetékét modellezni. Az embereket is bele kell tenni a modellbe.

A dominó, amely az égből érkezik

Az első dominónak nem feltétlenül emberi hibának, kibertámadásnak vagy meghibásodott transzformátornak kell lennie.

1859-ben a Carrington-eseményként ismert rendkívüli napvihar megzavarta a korabeli távíróhálózatokat. Akkor a világ elektromos infrastruktúrája még kezdetleges volt.

Ma egészen más civilizációt találna. Műholdak, navigációs rendszerek, elektromos hálózatok, kommunikációs rendszerek és digitális szolgáltatások vesznek körül bennünket.

A fák évgyűrűiben ráadásul olyan ősi kozmikus sugárzási események nyomait is megtalálták, amelyek a modern korban még nem fordultak elő. Ezeket gyakran Miyake-eseményeknek nevezzük. Nem tudjuk egyszerűen kiszámítani, hogy egy hasonló esemény pontosan milyen károkat okozna a mai elektromos hálózatban, de emlékeztetnek arra, hogy a múlt néhány évtizedének tapasztalata nem feltétlenül tartalmazza mindazt, amire fel kell készülnünk.

És itt válik különösen fontossá a kérdés: **ha valami olyan történik, ami még soha nem történt meg a digitális civilizációval, hol indul meg az első dominó?**

Amikor kigyulladt az ég – a Carrington-esemény

1859. szeptember 1-jén Richard Carrington angol csillagász különös jelenséget figyelt meg a Napon.

Napfoltokat rajzolt, amikor két rendkívül fényes felvillanást látott. Akkor még senki sem tudta pontosan, mit jelent a jelenség.

Nagyjából 17 órával később a Föld mágneses tere olyan vihart kapott, amelynek hatását az egész világon észlelték. A sarki fény szokatlanul alacsony földrajzi szélességeken is megjelent. Beszámolók szerint olyan fényes volt az éjszakai ég, hogy egyes helyeken újságot lehetett olvasni mellette. De történt valami még érdekesebb.

Megbolondult a távíró.

A vezetékekben a geomágneses vihar elektromos áramot indukált. Egyes távíróállomásokon szikrák csaptak ki, berendezések hibásodtak meg, és tüzekről is beszámoltak.

Máshol viszont valami egészen különös történt. A távírókezelők lekapcsolták saját telepeiket, a rendszer mégis tovább működött. A Föld mágneses vihara maga szolgáltatta hozzá az elektromos energiát. A korabeli technikai civilizáció szerencséje az volt, hogy elektromos infrastruktúrája még alig létezett.

Nem volt országos villamosenergia-hálózat.

Nem volt rádiókommunikáció.

Nem volt műhold.

Nem volt GPS.

Nem volt internet.

Nem volt adatközpont.

Nem volt elektronikus bankrendszer.

A Carrington-esemény egy olyan világot talált el, amelynek még alig volt mit elrontania.

Mi történne ma?

Erre nincs egyszerű válasz. Egy hasonló napkitörés és az azt követő geomágneses vihar ma egészen más technológiai környezetet érne el. A hosszú elektromos vezetékekben indukált áram megterhelheti a nagyfeszültségű hálózat transzformátorait.

A műholdak működése zavarokat szenvedhet.

Romolhat a műholdas navigáció pontossága.

A rádiókommunikáció egyes formái időszakosan kieshetnek.

A repülés és az űrtevékenység számára a megnövekedett sugárzási környezet is problémát jelenthet.

De óvatosnak kell lennünk. Nem következik automatikusan, hogy egy Carrington-méretű esemény „lekapcsolná az egész internetet”, vagy hónapokra sötétségbe borítaná a világot. A következmények függenének a napvihar pontos tulajdonságaitól, a hálózatok felépítésétől, a védelmi intézkedésektől és attól is, mennyi idővel korábban kapnánk figyelmeztetést.

A valódi kérdés ennél érdekesebb: **hol indulna el az első dominó?**

Az elektromos hálózatban?

A műholdaknál?

A navigációban?

A kommunikációban?

Vagy valamilyen olyan másodlagos rendszerben, amelyről ma még nem is gondoljuk, hogy kritikus?

A civilizáció kozmikus környezetben él

A Carrington-esemény különösen jó figyelmeztetés arra, milyen könnyű megfeledkeznünk valamiről. A technológiai civilizációt hajlamosak vagyunk zárt rendszerként elképzelni. Pedig egy bolygó felszínén működik. Egy csillag mellett. A csillag pedig időnként olyan energiákat szabadít fel, amelyekhez képest az emberi technológia rendkívül kicsi.

1859-ben mindez látványos sarki fényt, szikrázó távírókat és néhány meghibásodást okozott.

Ma sokkal többet bízunk az elektromosságra. Ezért a Carrington-esemény legérdekesebb tanulsága talán nem az, hogy **mekkora volt a napvihar, hanem az, hogy azóta mennyivel nagyobb lett az, amit eltalálhat.**



Az esemény, amelyet a fák őriztek meg – 774–775

A Carrington-eseményről azért tudunk ilyen sokat, mert már létezett távíró, voltak csillagászati megfigyelések, és az emberek leírták, amit tapasztaltak. De honnan tudhatunk egy több mint ezer évvel korábbi napviharról?

A fákból.

2012-ben japán kutatók különös ugrást fedeztek fel ősi cédrusok évgyűrűinek szén-14-tartalmában. A változás a **774–775-ös évekhez** kötődött, és olyan nagy volt, hogy hétköznapi ingadozással nem lehetett megmagyarázni. Később más helyeken és más kozmogén izotópokban is megtalálták az esemény nyomait. Ma az ilyen hirtelen, rendkívüli kozmogénizotóp-növekedéseket felfedezőjük, **Fusa Miyake** nyomán gyakran *Miyake-eseményeknek* nevezik.

A jelenlegi bizonyítékok szerint a 774–775-ös esemény nagy valószínűséggel rendkívül erős naptevékenységgel függött össze. És itt válik igazán különössé a történet.

Lehetséges, hogy az akkori emberek szinte észre sem vették.

Nem volt elektromos hálózat, amelyben áram indukálódhatott volna. Nem keringtek műholdak a Föld körül. Nem létezett GPS, rádiókommunikáció, internet vagy elektronikus pénzügyi rendszer. A mezőgazdaság, a kereskedelem és az államok működése alig függött elektromágneses technológiától.

A fák azonban észlelték az eseményt.

A légkörben keletkezett szén-14 bekerült szöveikbe, majd évgyűrűik több mint ezer éven keresztül megőrizték a kozmikus esemény lenyomatát.

Így különös helyzet állt elő: **a természet feljegyzett valamit, amit az emberi civilizáció talán észre sem vett.**

Ma ugyanez egészen más történet lehetne. Ez pedig egy fontos felismeréshez vezet.

Egy természeti esemény veszélyessége nem pusztán annak fizikai erejétől függ. Attól is, hogy **milyen civilizációt talál el.** A Nap azóta nem feltétlenül lett veszélyesebb.

Mi azonban felépítettünk egy világméretű technológiai rendszert, amely elektromosságra, műholdakra, kommunikációra és pontos idősinkronizációra támaszkodik.

Nem biztos, hogy a veszély nőtt meg. Lehet, hogy a sebezhetőségünk nőtt meg.

És van ebben még egy figyelmeztetés. Ha csak abból indulunk ki, amit a modern műszerekkel az elmúlt néhány évtizedben megfigyeltünk, könnyen alábecsülhetjük a természet lehetséges szélsőségeit.

Az emberi emlékezet rövid. A műszeres emlékezet még rövidebb. A fáké viszont több ezer éves lehet. **A természet emlékezete hosszabb, mint a miénk.**

Milliószor összeomlasztani a várost

A valóságban ezt természetesen nem szeretnénk kipróbálni. Virtuálisan viszont igen.

Egyre részletesebb digitális modellekben összekapcsolható az elektromos hálózat, a vízellátás, a közlekedés, a távközlés, az egészségügy és az ellátási láncok működése. Az AI pedig hatalmas számú változatot próbálhat végig.

Mi történik, ha tizenkét órára elmegy az áram?

És ha három napra?

Mi történik télen?

Mi történik hőhullám idején?

Mi történik, ha az árammal együtt a mobilhálózat egy része is kiesik?

Mi történik, ha közben az emberek elkezdenek üzemanyagot felhalmozni?

Nem egyetlen katasztrófát kell modellezni.

Ezreket.

A digitális ikrek részletes szerepével később még foglalkozunk. Itt egyelőre az alapelv a fontos: a katasztrófát jobb ezerszer végignézni egy számítógépben, mint egyszer átélni a valóságban.

Nem az első dominót kell megvédeni

A hagyományos biztonsági gondolkodás gyakran azt keresi, hogyan akadályozzuk meg az első hibát.

Ez természetesen fontos. De tökéletes rendszer nincs.

Villám csap be. Ember hibázik. Szoftver romlik el. Cső törik el. Vihar dönt ki vezetéket. Kibertámadás történik.

A valódi kérdés ezért nemcsak az: **Hogyan akadályozzuk meg, hogy eldőljön az első dominó?**

Hanem az is: **Hogyan akadályozzuk meg, hogy magával döntse a másodikat?**

Egy ellenálló civilizációban a rendszerek között nemcsak kapcsolatoknak kell lenniük.

Tűzfaloknak is. Olyan pontoknak, ahol a hiba terjedése megállítható.

Mert egy modern civilizáció összeomlása nem akkor kezdődik, amikor minden rendszer leáll.

Hanem akkor, amikor egy kritikus rendszer kiesése miatt a többi rendszer már nem képes ellátni a saját feladatát.

7. Nem ott szakad el, ahol a legvastagabb

Ha azt kérdeznénk, melyek a modern civilizáció legfontosabb erőforrásai, valószínűleg az olaj, a földgáz, az elektromos energia, az ivóvíz, az élelmiszer vagy újabban a félvezetők jutnának eszünkbe.

Kevés ember mondaná azt, hogy **homok**.

Pedig nélküle nem lenne beton, üveg, út, híd és modern város. Ráadásul nem akármilyen homok használható minden célra. A sivatag hatalmas homoktömege például sok építőipari felhasználásra alkalmatlan: szemcséit a szél túlságosan lekerekítette.

A világ egyik leggyakoribb anyagából így bizonyos helyeken hiány alakulhat ki.

Ez jól mutatja a modern gazdaság egyik különös tulajdonságát: **egy erőforrás fontosságát nem az határozza meg, hogy mennyibe kerül, hanem hogy mi történik, ha nincs.**

Az olcsó alkatrész, amely nélkül áll a gyár

Egy autó több tízezer alkatrészből áll. Ezek között vannak több ezer eurót érő egységek, és vannak néhány centes műanyag vagy elektronikus alkatrészek. Ha hiányzik egy olcsó csatlakozó, érzékelő vagy vezérlőchip, az autót ugyanúgy nem lehet befejezni, mintha a motor hiányozna. A gyártó sor szempontjából ezért egy alkatrész jelentőségét nem az ára mutatja. Egy tízcentes alkatrész kritikusabb lehet egy tízezer eurós gépnél.

A globális ellátási láncok ezt a problémát tovább erősítették. Egyetlen termék alkatrészei több tucat országból érkezhetnek, a beszállítóknak pedig további beszállítóik vannak. A végterméket gyártó vállalat sokszor saját beszállítói hálózatának mélyebb rétegeit sem látja teljesen.

Valahol a lánc végén lehet egy kis üzem, amely olyan speciális anyagot vagy alkatrészt készít, amelyből szinte az egész világ ugyanattól a néhány gyártótól vásárol.

Amíg működik, senki nem beszél róla. Ha leáll, hirtelen mindenki megtanulja a nevét.

Amikor a folyó alkatrésszé válik

A Rajna nem gyár, nem bánya és nem csővezeték. Mégis a német és nyugat-európai ipar egyik fontos infrastruktúrája. Alacsony vízállás esetén a hajók nem tudnak teljes terheléssel közlekedni. Kevesebb szén, vegyi anyagot, üzemanyagot vagy más nyersanyagot szállítanak egy-egy úton. Több hajó, több forduló vagy más szállítási mód szükséges. A folyó vízállása így egyszer csak megjelenik egy gyár költségeiben. Ez különösen érdekes példa, mert megmutatja, milyen nehéz meghatározni, hol végződik egy ellátási lánc.

Egy vegyipari üzem függ a beszállítóitól.

A beszállító függ a hajótól.

A hajó függ a folyótól.

A folyó függ az időjárástól.

Az időjárás pedig egy globális éghajlati rendszer része.

Hol van tehát a gyár határa?

A modern gazdaságban erre egyre nehezebb válaszolni.

A transzformátor, amelyet nem lehet levenni a polcról

Az elektromos hálózatoknál különösen érdekesek a nagy teljesítményű transzformátorok.

Kívülről nézve egyszerű ipari berendezéseknek tűnhetnek. Csakhogy bizonyos nagy hálózati transzformátorok egyedi vagy speciális berendezések, gyártásuk hosszú időt igényelhet, szállításuk pedig méretük és tömegük miatt önmagában komoly logisztikai feladat.

Nem lehet feltétlenül bemenni egy raktárba, és levenni a polcról egy másikat.

Ez azt jelenti, hogy egy rendszerben lehet rengeteg tartalék vezeték, generátor és kapcsolóberendezés, miközben néhány nehezen pótolható elem különleges kockázatot jelent.

A hálózat tehát nem feltétlenül ott sérülékeny, ahol a legnagyobb, hanem ott, **ahol a pótlás a legnehezebb.**

Ritka fémek – és gyakori függőségek

A modern technológia olyan elemekre és anyagokra épül, amelyek nevét néhány évtizeddel ezelőtt az emberek többsége soha nem hallotta.

Lítium, kobalt, gallium, germánium, indium, neodímium és más speciális nyersanyagok jelennek meg akkumulátorokban, mágnesekben, félvezetőkben, kijelzőkben, napelemekben és számtalan elektronikus eszközben.

A probléma sokszor nem egyszerűen az, hogy ritkák. Lehet, hogy a kitermelés néhány országra koncentrálódik. Máskor a feldolgozás. Előfordulhat, hogy egy anyag csak más bányászati folyamat melléktermékeként gazdaságos. A termelés ezért nem növelhető egyik napról a másikra csak azért, mert hirtelen megnőtt a kereslet.

Egy modern technológia így olyan nyersanyagtól válhat függővé, amely a késztermék értékének alig észrevehető részét adja.

Megint ugyanaz a szabály: **nem az ár számít, hanem a helyettesíthetőség.**

A hatékonyság elrejtí a gyenge pontokat

A modern gazdaság évtizedeken keresztül arra törekedett, hogy minél hatékonyabb legyen.

Kevesebb raktárkészlet.

Kevesebb fölösleges kapacitás.

Kevesebb párhuzamos beszállító.

Gyorsabb szállítás.

Pontosabb termelés.

Ez gazdaságilag rendkívül sikeres modell. De van egy mellékhatása. A tartalékok eltűnésével egyre fontosabbá válik, hogy **minden láncszem pontosan akkor működjön, amikor szükség van rá.** Normális körülmények között ez hatékonyság. Válsághelyzetben azonban ugyanaz a tulajdonság sérülékenységgé válhat. A fölöslegesnek látszó második beszállító, raktárkészlet vagy tartalék kapacitás békeidőben költség.

Amíg egyszer szükség nem lesz rá.

A láthatatlan beszállító

Egy nagyvállalat általában jól ismeri közvetlen beszállítóit. De vajon ismeri azok beszállítóit? És az ő beszállítóikat?

Egy globális termék mögött több ezer vállalatból álló hálózat húzódhat meg. Egy kis cég valahol Ázsiában, Európában vagy Amerikában olyan speciális vegyszert, csapágyat, chipet vagy gépelemet készíthet, amely több egymástól látszólag független iparágban is nélkülözhetetlen. Ezt nevezzük rejtett közös függőségnek. Két vállalat azt hiheti, hogy teljesen különböző beszállítói vannak. A lánc három vagy négy szinttel mélyebben azonban kiderülhet, hogy mindketten ugyanattól az egyetlen gyártótól függenek.

A redundancia ekkor csak látszólagos.

Itt jöhet az AI

Egy ilyen hálózat feltérképezése emberi erővel rendkívül nehéz. Beszállítói adatbázisokat, szállítási adatokat, vámnyilvántartásokat, vállalati jelentéseket, szabadalmakat, nyersanyagpiacokat, időjárási adatokat és akár műholdfelvételeket kellene összekapcsolni.

Az AI számára éppen az ilyen problémák lehetnek érdekesek. Nem azt kell megkérdeznünk tőle: „Melyik a legfontosabb beszállítónk?”

Hanem: „Melyik az a beszállító, alapanyag, útvonal vagy alkatrész, amelynek kiesésére nem készültünk fel?”

Ez egészen más kérdés.

Az AI végigkeresheti a hálózatot, és olyan csomópontokat találhat, amelyek gazdaságilag jelentéktelennek látszanak, hálózati szempontból azonban kritikusak.

Akár azt is megmutathatja: **ennek az ötven vállalatnak látszólag semmi köze egymáshoz, de mindegyik ugyanattól a három gyártótól függ.**

Ez már valóban a civilizáció radarja.

Nem mindig a legnagyobbat kell védeni

Hajlamosak vagyunk a látványos dolgokra figyelni.

Erőművekre.

Adatközpontokra.

Olajmezőkre.

Nagy kikötőkre.

Bankokra.

Ezek valóban fontosak. De egy összetett rendszerben a kritikus pont nem feltétlenül a legnagyobb, a legdrágább vagy a legismertebb elem.

Lehet egy transzformátor.

Egy speciális csapágy.

Egy vegyszer.

Egy kikötői daru.

Egy híd.

Egy folyó megfelelő vízállása.

Vagy egy olyan vállalat, amelynek nevét a válság előtti napon még szinte senki sem ismerte.

A civilizáció radarjának ezért nemcsak a közelgő nagy veszélyeket kellene figyelnie.

Meg kell találnia a kicsi dolgokat is, amelyek nagy dolgokat tartanak működésben.

Mert egy hálózat nem feltétlenül ott szakad el, ahol a legnagyobb erők hatnak rá.

Hanem ott, ahol egyetlen apró láncszemről elfelejtettük, hogy nélküle nincs tovább.

8. A pillangóhatás gazdasága

A pillangóhatás népszerű megfogalmazása szerint egy pillangó szárnycsapása a világ egyik felén végül vihart idézhet elő a másikon.

A hasonlat természetesen túlzó, de a mögötte álló gondolat fontos: egy összetett rendszerben egy apró változás következményei sok lépésen keresztül terjedhetnek tovább, közben felerősödhetnek, átalakulhatnak, és végül egészen más helyen és más formában jelenhetnek meg.

A világgazdaság pedig éppen ilyen rendszer.

Egy aszályból szállítási probléma lehet.

A szállítási problémából nyersanyaghiány.

A nyersanyaghiányból termeléskiesés.

A termeléskiesésből áremelkedés.

Az áremelkedésből társadalmi elégedetlenség.

Mire a hatás eljut az utolsó állomásig, már alig látszik, honnan indult.

Az első következményt még látjuk

Az ember viszonylag jól gondolkodik közvetlen ok-okozati kapcsolatokban.

Ha kevés eső esik, rosszabb lesz a termés.

Ha drágul az olaj, drágább lesz az üzemanyag.

Ha bezár egy gyár, csökken a termelés.

Ezek elsőrendű következmények.

A probléma a következő lépéssel kezdődik.

Ha rosszabb a termés, mely termékek ára emelkedik? Mely országok kezdenek többet importálni? Honnan? Mit szorít ki az új kereslet? Milyen takarmány drágul meg? Hogyan változik ettől a hús ára? Melyik élelmiszeripari vállalat költsége nő meg?

És mi történik azokban az országokban, ahol az emberek jövedelmük nagy részét élelmiszerre költik?

A harmadik vagy negyedik következmény már egészen más természetű lehet, mint az első.

A természeti eseményből gazdasági, majd társadalmi esemény lesz.

A hőség, amely megdrágítja a repülést

Vegyünk egy kevésbé nyilvánvaló példát.

A melegebb levegő ritkább. Ez befolyásolja a repülőgépek felhajtóerejét és hajtóműveik teljesítményét. Szélsőséges hőségben bizonyos repülőtereken és bizonyos körülmények között korlátozni kellhet a felszállótömeget.

Ez első látásra légiközlekedési probléma. De nézzük tovább.

hőhullám

- **felszállási korlátozás**
- **kevesebb rakomány vagy utas**
- **járatok átszervezése**
- **magasabb üzemeltetési költség**
- **logisztikai zavarok**
- **magasabb szállítási költség.**

Ha az ilyen helyzetek gyakoribbá válnak, már a repülőterek tervezésére, a menetrendekre, a biztosításokra és a légitársaságok flottaválasztására is hatással lehetnek.

A kiindulópont meteorológiai volt. A végén azonban már beruházásokról és árakról beszélünk.

Egy folyó, amely beleszól az inflációba

Az előző fejezetben láttuk, hogyan válhat a Rajna alacsony vízállása az ipari ellátási lánc gyenge pontjává.

De a történet itt nem ér véget.

Ha a hajók csak részleges rakománnyal közlekedhetnek, ugyanannyi áru elszállításához több út szükséges. A szállítás drágul. Bizonyos alapanyagokból átmeneti hiány keletkezhet. A vállalatok más szállítási útvonalakat keresnek, ami növeli a vasúti és közúti fuvarozás iránti keresletet.

Ennek hatása már más vállalatoknál is megjelenhet. A végén egy fogyasztó úgy találkozhat a történettel, hogy megdrágult egy termék a boltban. Talán fogalma sincs arról, hogy az áremelkedés egyik távoli oka hónapokkal korábban az volt: **kevés eső esett valahol a Rajna vízgyűjtő területén.**

A következmények elágaznak

A valóságban azonban még ez a lánc is túlságosan egyszerű. A hatások nem egy irányba haladnak. Elágaznak.

Ha például egy fontos mezőgazdasági termékből hiány alakul ki, a vállalatok helyettesítő alapanyagot keresnek. Ettől annak is nő a kereslete és az ára. A termelők következő évben többet vetnek belőle, ezért más növények termőterülete csökkenhet.

Az egyik hiány így létrehozhat egy másikat. Közben a kormányok beavatkozhatnak. Exportkorlátozást vezethetnek be, támogatást adhatnak, stratégiai készleteket szabadíthatnak fel. Ezek a döntések újabb következményeket indítanak el más országokban.

A gazdaság ezért nem dominósor. Inkább pókháló. Ha meghúzzuk az egyik szálát, **az egész háló alakja megváltozik.**

Az ember is visszahat a rendszerre

És ismét megjelenik a legnehezebben modellezhető elem: az ember.

Ha egy termék ára emelkedni kezd, a fogyasztók megváltoztathatják vásárlásaikat.

Ha hiánytól tartanak, készletezni kezdenek.

Ha a vállalatok további áremelkedésre számítanak, előre vásárolnak nyersanyagot.

Ha a befektetők hiányt várnak, megváltozhatnak a piaci árak.

A várakozás így maga is befolyásolja azt a jövőt, amelyre vonatkozik.

Különös visszacsatolás jön létre: **az emberek azért cselekszenek, mert valamit várnak – és cselekvésükkel hozzájárulnak ahhoz, hogy az valóban bekövetkezzon.** A gazdaságban ezért nemcsak fizikai folyamatokat kell követni. Várakozásokat is.

A következmények következménye

A döntéshozatal egyik legnagyobb problémája, hogy rendszerint az első következményt látjuk a legjobban.

Építünk egy gátat.

Bevezetünk egy vámot.

Betiltunk egy technológiát.

Támogatunk egy energiaforrást.

Megadóztatunk egy terméket.

Mindegyik intézkedésnek van közvetlen célja.

De utána következik a második hatás.

Majd a harmadik.

A társadalmak története tele van olyan döntésekkel, amelyek első következménye kívánatos volt, a későbbiek azonban váratlan problémákat okoztak.

Nem feltétlenül azért, mert a döntéshozók ostobák voltak. Hanem mert **a rendszer bonyolultabb volt annál, mint amit egy ember vagy intézmény fejben követni tudott.**

Itt változtathat valamit az AI

A mesterséges intelligencia egyik érdekes alkalmazása ezért nem egyszerűen az lehet, hogy előrejelzi egy gazdasági mutató értékét.

Sokkal érdekesebb kérdést tehetünk fel neki: „**És utána mi történik?**”

Majd újra: „**És annak mi lesz a következménye?**”

Egy AI-rendszer egyszerre vizsgálhat meteorológiai adatokat, árupiaci árakat, hajózási forgalmat, vállalati beszállítói hálózatokat, mezőgazdasági termelést, energiafogyasztást, közlekedést és társadalmi adatokat.

Nem azért, hogy egyetlen biztos jövőt mondjon.

Hanem hogy **következményláncokat keressen.**

Például:

Mi történhet, ha egy fontos hajózási útvonal három hónapra kiesik?

Mi történhet, ha egy kritikus nyersanyag ára ötszörösére nő?

Mi történhet, ha egy régióban egymás után három évben súlyos aszály lesz?

Az AI több ezer lehetséges útvonalat követhet végig, amelyek közül az ember talán csak néhányra gondolna.

De az AI sem látja a jövőt

Itt azonban ismét óvatosnak kell lennünk. A modell nem a valóság. Ha egy AI száz következményláncot talál, nem tudhatjuk biztosan, melyik valósul meg. Egy technológiai áttörés, politikai döntés vagy emberi reakció bármikor eltérítheti a folyamatot. Sőt, az előrejelzés maga is megváltoztathatja a jövőt.

Ha az AI időben figyelmeztet egy várható hiányra, a vállalatok új beszállítókat kereshetnek. A kormány stratégiai készletet építhet. A kutatók helyettesítő anyagot fejleszthetnek. A megjósolt válság pedig éppen azért nem következik be, **mert megjósoltuk.**

Ez nem az előrejelzés kudarca, hanem a sikere.

A pillangó szárnyától a pénztárig

A globalizált világ egyik különös tulajdonsága, hogy egymástól rendkívül távoli események kerülhetnek kapcsolatba.

Egy aszály.

Egy lezárt kikötő.

Egy új vám.

Egy állatbetegség.

Egy bányászsztrájk.

Egy hőhullám.

Ezek valamelyike elindíthat egy olyan következménysort, amelynek utolsó állomását már egy másik kontinensen, egy gyárban, egy munkahelyen vagy a szupermarket pénztáránál érzékeljük.

A jövő gazdasági intelligenciájának ezért talán nem az lesz a legfontosabb képessége, hogy pontosabban megmondja a következő negyedév GDP-jét, hanem hogy észrevegye:

egy jelentéktelennek látszó változás valahol már elindított egy folyamatot.

Az ember általában az első következményt keresi. Az AI talán képes lesz megmutatni a másodikat, a harmadikat és a negyediket is. És néha éppen a negyedik lesz az, amelyik igazán számít.

Amikor az AI kiköltözik a Földről

A mesterséges intelligencia fejlődésének egyik legnagyobb fizikai korlátja meglepően prózai: **áram kell hozzá. Rengeteg áram.**

És víz, terület, elektromos hálózat, hűtés, adatközpontok.

Ahogy egyre nagyobb AI-modelleket tanítunk és egyre többen használjuk őket, úgy nő a számítási infrastruktúra iránti igény. Az adatközpontok energia- és vízfogyasztása ezért már gazdasági, környezeti, sőt politikai kérdéssé vált.

Erre született egy első hallásra mehökkentő válasz: **vigyük az adatközpontokat az űrbe.**

Az elképzelés mellett valóban szólnak érvek. Odafent nagy mennyiségű napenergia állhat rendelkezésre, nem kell értékes földi területet elfoglalni, és a földi vízigény egy része is elkerülhető lenne.

Csak hogy az űr nem ingyenes ipari terület.

Az eszközöket fel kell juttatni, kommunikálni kell velük, javítani vagy pótolni kell őket, és még az űrben is meg kell oldani a számítógépek által termelt hő elvezetését. Ami a Földön egy ventilátorral, vízzel vagy hűtőtoronnyal viszonylag egyszerű feladat, az vákuumban egészen más mérnöki problémává válik.

És megjelenik egy olyan következmény is, amelyre az adatközpont tervezőasztalánál talán nem gondolnánk.

Az éjszakai égbolt.

Ha egyszer százezres nagyságrendben kerülnének számítástechnikai műholdak Föld körüli pályára, azok visszavert fénye és rádiósugárzása zavarhatná a csillagászati megfigyeléseket. A természetes éjszakai fényviszonyok megváltozása pedig egyes állatfajok viselkedésére és tájékozódására is hatással lehetne.

Így áll össze egy egészen különös oksági lánc:

AI → több számítás → több energia → több adatközpont → űrbeli adatközpontok → több műhold → megváltozó éjszakai égbolt.

Ez szinte tökéletes példája annak, milyen nehéz előre látni egy technológiai változás második, harmadik vagy negyedik következményét.

Amikor az első nagy nyelvi modelleket fejlesztették, aligha a csillagászati megfigyelések vagy az éjszaka tájékozódó állatok jártak a mérnökök fejében.

Pedig egy összekapcsolt világban nagyon távoli dolgok kerülhetnek egymással kapcsolatba.

Megoldunk egy problémát – és létrehozunk egy másikat

Van azonban a történetnek egy még különösebb oldala.

Az emberiség történetének nagy részében az ember azért nézett fel az éjszakai égboltra, hogy választ keressen a kérdéseire. Figyelte a csillagokat, megpróbálta megérteni a világmindenséget, majd egyre nagyobb távcsöveket épített, hogy még messzebbre lásson.

Most pedig elképzelhető egy másik irány.

Egyszer talán azért nézünk majd fel az égre, mert odafent működnek azok a gépek, amelyek a válaszokat adják.

Ki gondolta volna az első ChatGPT használatakor, hogy a történet egyik lehetséges végén a vándormadarak éjszakai tájékozódása áll?

9. A kérdés, amelyet még senki sem tett fel

A mesterséges intelligenciáról többnyire úgy gondolkodunk, mint egy rendkívül művelt válaszadóról. Kérdezünk, ő válaszol.

Mi okozza a klímaváltozást? Hogyan működik egy kvantumszámítógép? Milyen gyógyszerek léphetnek kölcsönhatásba egymással? Hogyan lehet hatékonyabbá tenni egy gyártósort?

Minél jobb lesz az AI, annál pontosabb válaszokat várunk tőle. De lehet, hogy nem ez lesz a legfontosabb képessége. Az emberi tudás történetének nagy fordulópontjai ugyanis gyakran

nem akkor következtek be, amikor valaki megtalálta a helyes választ. Hanem akkor, amikor valaki **feltett egy olyan kérdést, amely addig senkinek sem jutott eszébe.**

A válasz előtt mindig volt egy kérdés

Miért esik le a kő, miközben a Hold nem esik le az égről?

Mi lenne, ha ugyanaz a törvény vonatkozna mindkettőre?

Miért betegednek meg bizonyos emberek, miközben mások ugyanabban a környezetben egészségesek maradnak?

Mi lenne, ha a betegséget valami olyan okozná, amit szabad szemmel nem látunk?

Mi lenne, ha a kontinensek nem mindig ott lettek volna, ahol ma vannak?

Mi lenne, ha az idő nem minden megfigyelő számára ugyanúgy telne?

Ezek ma természetes kérdéseknek tűnnek. Utólag!

A nagy felismerések előtt azonban gyakran éppen az volt a nehéz, hogy **senki sem így nézte a problémát.**

A jó kérdés néha többet ér, mint ezer jó válasz.

De honnan jön a kérdés?

Az ember kérdéseit tapasztalat, kíváncsiság, véletlen, intuíció és néha egyszerű bosszúság szüli. Valami nem illik bele abba, amit a világról gondolunk.

Miért ilyen?

Miért nem olyan?

Miért történik itt, de ott nem?

Miért változott meg?

A tudományban az ilyen furcsaságok különösen értékesek.

Egy mérési eredmény nem illeszkedik az elmélethez.

Egy gyógyszer váratlan mellékhatást mutat.

Egy állat másképpen viselkedik, mint kellene.

Egy csillag fényessége szokatlan módon változik.

Az ember észreveszi az eltérést, és megkérdezi:

Miért?

Csak hogy ma már annyi adat keletkezik, hogy az eltérések jelentős részét talán senki sem veszi észre.

A furcsaságkereső gép

Itt jelenhet meg az AI egy egészen más szerepben. Nem kérdéseket válaszol meg.

Furcsaságokat keres.

Átnézhet tudományos publikációk millióit, mérési adatokat, gazdasági statisztikákat, műholdfelvételeket, szabadalmakat, egészségügyi adatokat vagy ipari folyamatokat, és olyan mintázatokat kereshet, amelyek valamiért nem illenek a megszokotthoz.

Nem feltétlenül tudja, mit jelent az eltérés. Talán senki sem tudja. De felhívhatja rá a figyelmünket: „**Ezt nézzétek meg.**”

És ebből megszülethet egy kérdés.

Miért nő ugyanannak a betegségnek az előfordulása két egymástól távoli térségben?

Miért hibásodik meg ugyanaz az alkatrész több, látszólag független géptípusban?

Miért változik egy állatfaj viselkedése évekkel azelőtt, hogy populációja csökkenni kezdene?

Miért emelkedik egy jelentéktelen nyersanyag ára, miközben a kereslet látszólag nem változott?

A válasz lehet érdektelen, de az is lehet, hogy **valami fontosnak az első jele.**

Amikor két külön világ összeér

Az emberi tudás egyik problémája a specializáció. Egy kutató évtizedeket tölthet egy nagyon szűk területen. Rendkívül mély tudással rendelkezik róla, de fizikailag lehetetlen követnie minden más tudományág eredményeit. Pedig könnyen lehet, hogy a saját problémájának megoldását valaki egy egészen más területen már megtalálta.

Csak más néven.

Más célból.

Más szakfolyóiratban.

Egy biológus nem feltétlenül olvas anyagtudományi folyóiratokat. Egy közgazdász nem követi a hálózatelmélet minden eredményét. Egy energetikai szakember nem olvassa végig az ökológiai szakirodalmat.

Az AI számára ezek a határok kevésbé fontosak.

Megkérdezheti: „**Miért hasonlít ez a biológiai folyamat arra a problémára, amelyet a mérnökök már húsz éve megoldottak?**”

Vagy: „**Miért ír le két teljesen különböző tudományterület matematikailag hasonló jelenséget?**”

A nagy felismerés ilyenkor nem feltétlenül új adatból születik, hanem **két régi adat új kapcsolatából**.

A kérdés, amelyet nem merünk feltenni

Van azonban a problémának emberi oldala is. Nem minden kérdés azért marad feltehetetlen, mert nem jut eszünkbe. Néhány azért, mert túlságosan megszoktuk a jelenlegi rendszert.

Miért kell ezt így csinálni?

Mert mindig így csináltuk.

Miért van szükség erre a folyamatra?

Mert része a folyamatnak.

Miért van szükség erre az intézményre?

Mert régóta létezik.

Az ember gondolkodását szükségszerűen befolyásolja a múlt. A tapasztalat hatalmas előny, de egyben korlát is lehet. Az AI – legalábbis bizonyos helyzetekben – kevésbé kötődik ezekhez a hagyományokhoz.

Egy vállalat működését vizsgálva például nemcsak azt kérdezheti:

„Hogyan tehetnénk ezt a folyamatot tíz százalékkal gyorsabbá?”

Hanem: „**Miért van egyáltalán szükség erre a folyamatra?**”

Ez sokkal veszélyesebb kérdés. És sokszor sokkal értékesebb.

A hiányzó kérdés keresése

Talán ezért érdemes lesz megfordítani azt, ahogyan ma az AI-t használjuk.

Ma általában ezt mondjuk: „**Itt vannak az adatok. Válaszolj erre a kérdésre.**”

A jövőben talán inkább ezt: „**Itt vannak az adatok. Mondd meg, milyen fontos kérdést felejtettünk el feltenni.**”

Ez egészen más feladat. Az AI ilyenkor nem egyszerűen információt keres. Feltételezéseket vizsgál, hiányokat keres, ellentmondásokat gyűjt össze, szokatlan kapcsolatokat fedez fel.

Mi az, amit mindenki igaznak tekint, de régóta senki sem ellenőrzött?

Melyik adat nem illik a többi közé?

Melyik két jelenség mozog együtt, pedig látszólag semmi közük egymáshoz?

Hol van olyan lyuk az adatainkban, amelynek már önmagában érdekesnek kellene lennie?

Mi az a változó, amelyet senki sem mér?

Ezekből születhetnek az igazán új kérdések.

Kilencmilliárd mutáció között

Megoldhatja-e az AI a rák problémáját?

Rene Haas, az Arm vezérigazgatója 2026-ban igen optimistán fogalmazott: szerinte a mesterséges intelligencia fejlődése belátható időn belül olyan áttörésekhez vezethet, amelyek alapvetően megváltoztatják a daganatos betegségek kezelését.

Az állítással azonban érdemes óvatosan bánni.

A „rák” nem egyetlen betegség, hanem nagyon sok, egymástól jelentősen különböző kórkép gyűjtőneve. Ráadásul egy biológiai összefüggés felismerésétől még hosszú út vezet egy biztonságos és hatásos gyógyszerig: laboratóriumi kísérletek, állatkísérletek, klinikai vizsgálatok és ellenőrzések következnek.

Mégis van ok az optimizmusra. Nem azért, mert az AI már megtalálta volna „a rák gyógymódját”, hanem mert **egészen új módon képes keresni**.

A Google DeepMind 2026-ban bemutatott AlphaGenome Atlas rendszere ennek jó példája. Az atlasz mintegy **kilencmilliárd lehetséges egyponthoz emberi DNS-variáns** várható molekuláris hatásairól tartalmaz AI által készített előrejelzéseket.

Kilencmilliárd.

Ezt a keresési teret ember már nem tudja hagyományos módon végignézni.

Az AI viszont nem fárad el a tízmilliomodik változatnál. Összevetheti a genetikai eltéréseket, szabályozási mechanizmusokat és molekuláris következményeket, majd megmutathatja a kutatóknak azokat a pontokat, amelyek különösen érdekesnek tűnnek.

Ez nem gyógymód. **Ez térkép**. És talán éppen a térkép hiányzott.

Hasonló változást hozott korábban az AlphaFold is. A fehérjék térszerkezetének előrejelzése évtizedeken keresztül a biológia egyik rendkívül nehéz problémája volt. Az AI nem tette fölöslegessé a biológusokat és a laboratóriumokat, de drámaian kibővítette azt a területet,

amelyen keresni lehet. A daganatos betegségeknel ugyanez lehet az egyik legnagyobb lehetőség.

A kutató többé nem feltétlenül úgy kérdez: „**Igazam van-e ebben a feltételezésben?**”

Hanem azt is megkérdezheti: „**A több milliárd lehetőség közül hol történik valami szokatlan, amit még nem vettünk észre?**”

Itt válhat az AI többé egyszerű számítási segédeszköznél. Nem feltétlenül ő találja meg a gyógyszert. Lehet, hogy csak észrevesz egy genetikai kapcsolatot. Kijelöl egy különös molekuláris útvonalat. Felhívja a figyelmet egy olyan fehérjére vagy szabályozási mechanizmusra, amely mellett korábban mindenki elment.

Aztán belép az ember.

A biológus megvizsgálja.

Az orvos értelmezi.

A laboratórium ellenőrzi.

A klinikai vizsgálat eldönti, valóban működik-e.

Ez talán kevésbé látványos történet annál, mint hogy egy szuperintelligencia egyszer csak bejelenti: „**Meggyógyítottam a rákot.**”

De sokkal valószínűbb. Lehet, hogy az AI nem fogja egy reggel megtalálni „a rák gyógymódját”.

Talán csak megmutatja a kilencmilliárd lehetőség közül azt a néhányat, amelyet nekünk érdemes megnéznünk.

És néha éppen ennyi kell egy felfedezéshez.

De a gép kérdése sem szent

Természetesen itt is könnyű túlbecsülni az AI-t. Ha elegendő adatban keresünk összefüggéseket, rengeteg értelmetlen kapcsolatot találunk. Két jelenség együtt változhat pusztán véletlenül. Egy szokatlan adat lehet mérési hiba. Egy különös mintázat mögött lehet adatgyűjtési torzítás. Az AI fantasztikus mennyiségű **rossz kérdést** is képes előállítani.

Ezért továbbra is szükség lesz az emberre. Talán még inkább, mint korábban.

Az AI azt mondhatja: „**Ez furcsa.**”

Az embernek kell eldöntenie: „**Ez érdekes?**”

A kettő nem ugyanaz.

A civilizáció kíváncsisága

Ha azonban sikerül ezt jól csinálnunk, különös munkamegosztás alakulhat ki ember és gép között.

Az AI átvizsgálja azt az információmennyiséget, amelyet egyetlen ember már nem képes áttekinteni.

Megtalálja az eltérést.

Összekapcsolja a távoli területeket.

Felvet egy szokatlan kérdést.

Az ember pedig hozzáteszi azt, amihez továbbra is szükség van tapasztalatra, értékítéletre, kreativitásra és kíváncsiságra: **eldönti, melyik kérdés érdemel választ.** Talán így kellene gondolkodnunk a mesterséges intelligenciáról.

Nem mint egy mindentudó gépről.

Nem mint egy elektronikus jóslóról.

Hanem mint egy új műszerről, amely kibővíti azt, amit észre tudunk venni. Galilei távcsöve olyan dolgokat mutatott meg, amelyek addig túl messze voltak. A mikroszkóp olyanokat, amelyek túl kicsik voltak. A rádiótávcső olyan jeleket tett érzékelhetővé, amelyeket a szemünk nem lát. Az AI talán olyan **összefüggéseket** tesz majd láthatóvá, amelyek eddig túl nagyok, túl szétszórtak vagy túl bonyolultak voltak az emberi figyelem számára.

És ha így lesz, talán nem az lesz a legfontosabb pillanat, amikor az AI végre megadja a választ egy régóta megoldatlan kérdésre, hanem amikor egyszer azt mondja:

„Van itt valami furcsa. Miért nem kérdeztétek még meg, hogy miért?”

10. A technológia elfeledett padlása

A padlások különös helyek. Olyan tárgyakat teszünk fel oda, amelyekre már nincs szükségünk, de valamiért mégsem dobjuk ki őket. Évek vagy évtizedek múlva aztán előkerül egy doboz, és benne valami, amiről már teljesen megfeledkeztünk.

A technológiának is van ilyen padlása. Régi szabadalmak, tudományos cikkek, félbehagyott kutatások, prototípusok, sikertelen vállalkozások és soha meg nem valósított találmányok milliói hevernek rajta.

Némelyik jogosan került oda.

De vajon mindegyik?

A rossz ötlet és a túl korai ötlet

Egy találmány sokféle okból megbukhat.

Lehet, hogy egyszerűen nem működik.

Lehet túl drága.

Lehet, hogy nincs rá kereslet.

Lehet, hogy egy jobb megoldás győzi le.

De van egy különösen érdekes lehetőség: **az ötlet jó volt, csak túl korán született.**

A technológiák ugyanis nem önmagukban léteznek.

Egy találmány működéséhez gyakran más találmányokra is szükség van.

Egy hordozható elektronikus eszköz ötlete kevés, ha az akkumulátor túl nehéz. Egy képfelismerő rendszer nem sokat ér megfelelő számítási teljesítmény nélkül. Egy elektromos jármű nehezen versenyképes, ha nincs hozzá megfelelő akkumulátor, teljesítményelektronika és töltőhálózat. Az ötlet tehát lehet kiváló, miközben a körülötte lévő világ még nincs rá felkészülve. Ötven évvel később viszont minden megváltozhat.

A szabadalmi hivatal, mint időgép

A világ szabadalmi adatbázisai különleges történelmi archívumok. Nemcsak a sikeres találmányokat őrzik. A sikerteleneket is.

Olyan ötletek részletes műszaki leírásait, amelyekből soha nem lett tömegtermék. Olyan vállalatok fejlesztéseit, amelyek régen megszűntek. Olyan megoldásokat, amelyek szabadalmi oltalma évtizedekkel ezelőtt lejárt.

Ez hatalmas technológiai temető.

Vagy talán inkább: **technológiai magbank.**

A különbség fontos. A temetőben halott dolgokat őrzünk. A magbankban olyanokat, amelyek megfelelő körülmények között újra életre kelhetnek.

Miért nem kerestük eddig?

Természetesen eddig is lehetett régi szabadalmak között kutatni. Csakhogy a mennyiség óriási. Egy mérnök kereshet kulcsszavak alapján, átnézheti saját szakterületének dokumentumait, követheti az idézeteket. De lehetetlen végigolvasnia több tíz- vagy százmillió műszaki dokumentumot. Ráadásul a régi találmányt nem feltétlenül ugyanazokkal a szavakkal

írták le, amelyeket ma használunk. A technológiai nyelv változik. Egy száz évvel ezelőtti feltaláló nem tudhatta, milyen néven fogjuk nevezni azt a problémát, amelyet megpróbált megoldani. Az AI számára azonban nem feltétlenül a kulcsszó a fontos.

Keresheti **a gondolat hasonlóságát**.

Megvizsgálhatja, hogy egy 1963-as mechanikai megoldás alapelve hasonlít-e egy mai robotikai problémára, még akkor is, ha a két dokumentumban egyetlen fontos szakkifejezés sem azonos.

Ez már egészen másfajta keresés.

Miért halt meg?

Az igazán érdekes kérdés azonban nem az: „**Találtunk-e régen hasonló ötletet?**”

Hanem: „**Miért nem lett belőle semmi?**”

Tegyük fel, hogy az AI talál egy ötvenéves szabadalmat. A következő lépésben megvizsgálhatja a történetét.

Készítettek belőle terméket?

Voltak további szabadalmak?

Idézték későbbi találmányok?

Létrejött körülötte iparág?

Megszűnt a vállalat?

Mi volt akkoriban a szükséges anyagok ára?

Mekkora számítási teljesítmény kellett volna hozzá?

Létezett megfelelő akkumulátor, érzékelő, gyártástechnológia vagy kommunikációs hálózat?

Az AI így nemcsak elfeledett találmányokat kereshet. **A kudarc okát is megpróbálhatja rekonstruálni.** És itt következik az igazán érdekes lépés: **fennáll-e még ma is ugyanaz az akadály?**

Ami tegnap lehetetlen volt

Képzeljünk el egy találmányt, amely 1975-ben azért bukott el, mert működéséhez túl sok számításra volt szükség. Ma ez talán egy mobiltelefon számára is jelentéktelen terhelés. Egy másik ötlet azért nem terjedt el, mert különleges érzékelő kellett hozzá, amely akkor több ezer dollárba került. Ma néhány euróért tömeggyártásban készülhet.

Egy harmadik találmányt az akkumulátor tömege tett használhatatlanná.

Egy negyediket az anyagtudomány akkori korlátai.

Egy ötödiket az, hogy nem létezett internet.

Az eredeti találmány nem változott.

A világ nőtt fel hozzá.

Ezért egy régi szabadalom újraértékelésénél nem azt kell megkérdezni: *Miért bukott meg?*

Hanem: **Ha ma találnánk ki, még mindig megbukna?**

A digitális régész

Ebben az AI valamiféle technológiai régésszé válhat. Csakhogy nem cserépdarabokat ás ki a földből. Ötleteket ás ki az információból. Egy ilyen rendszer végignézhetné a lejárt vagy felhagyott szabadalmakat, és megpróbálhatná kiválasztani közülük azokat, amelyek különösen érdekesek.

Régi, már nem áll oltalom alatt.

Kevés későbbi hivatkozása van.

Nem azonosítható hozzá sikeres termék.

Műszaki alapelve ma is értelmesnek tűnik.

És ami a legfontosabb: **az eredeti akadály időközben megszűnt.**

Ebből akár egyfajta „újralfedezési pontszám” is készülhetne. Nem azt mondaná meg, hogy melyik találmányból lesz sikeres termék. Csak azt: **„Ezt talán érdemes újra megnézni.”**

Nem minden lejárt szabadalom szabad préda

Van azonban egy fontos jogi óvatosság. Az, hogy egy régi szabadalom lejárt vagy megszűnt, még nem jelenti automatikusan azt, hogy egy mai termék minden eleme szabadon használható. Az eredeti ötlet köré később újabb szabadalmak épülhettek. Egy korszerű megvalósítás más, még érvényes oltalmakba ütközhet. A szabadalmi adatbázisok jogi státuszadatai sem minden esetben elegendők egy üzleti döntéshez. Az AI tehát itt is kereső és elemző lehet. A végső műszaki és jogi vizsgálat továbbra is emberi feladat.

A sikertelen kísérletek könyvtára

És nemcsak szabadalmakról van szó. A tudomány egyik sajátos problémája, hogy a sikeres eredményeket sokkal szívesebben publikáljuk, mint a sikerteleneket. Pedig a kudarc is információ.

Egy kísérlet, amely nem működött.

Egy gyógyszerjelölt, amelyet félretettek.

Egy anyag, amelynek volt egy kellemetlen tulajdonsága.

Egy prototípus, amely túl drága lett.

Ezekből is lehet tanulni.

Különösen akkor, ha az AI több ezer hasonló kudarc között olyan mintázatot talál, amelyet külön-külön senki sem vett észre. Lehet, hogy száz kutatócsoport száz különböző helyen ugyanabba a problémába ütközött. Csak egyik sem tudott a másikról. A civilizáció nemcsak azt felejté el, amit megtanult. **Azt is elfelejti, amit egyszer már megpróbált.**

A múlt, mint kutatási program

Ma a technológiai fejlődést szinte mindig előre nézve képzeljük el.

Új ötleteket keresünk.

Új anyagokat.

Új algoritmusokat.

Új találmányokat.

De talán a jövő innovációjának egy része nem előttünk van, hanem mögöttünk. Ott lapul régi folyóiratokban, vállalati archívumokban, laborjegyzetekben és lejárt szabadalmak millióiiban. Az AI pedig először adhat nekünk olyan eszközt, amellyel ezt a hatalmas technológiai padlást nem egyszerűen tárolni tudjuk, hanem **értelmesen át is tudjuk kutatni.**

Talán találunk rajta sok kacatot.

Biztosan találunk rengeteg rossz ötletet. De lehet közöttük néhány olyan is, amelyről egyszerűen rosszkor mondtunk le. A civilizáció radarja ezzel különös fordulatot tesz. Az előző fejezetekben előre nézett, hogy meglássa a közeledő veszélyeket. Oldalra nézett, hogy felfedezze a rejtett összefüggéseket. Most pedig hátranéz. Mert nemcsak az lehet fontos, amit még nem találtunk fel.

Az is, amit egyszer már feltaláltunk – csak túl korán.



III. rész – A hatékonyság csapdája

11. Hogyan lett ennyire törékeny a világunk?

A modern civilizáció történetének egyik legnagyobb sikere a hatékonyság.

Kevesebb nyersanyagból többet termelünk. Kevesebb emberi munkával több árut állítunk elő. A világ egyik végén gyártott alkatrész pontosan akkor érkezik meg a másik végén működő üzembe, amikor szükség van rá. A supermarketben szinte minden nap friss áru vár bennünket. Egy interneten megrendelt termék akár másnap az ajtónk előtt lehet.

Mindez olyan természetessé vált, hogy szinte észre sem vesszük. Pedig mögötte a történelem egyik legbonyolultabb együttműködési rendszere működik. És éppen ebben rejlik a probléma.

A világ nem azért lett törékeny, mert rosszul szerveztük meg. Hanem részben azért, mert rendkívül jól megszerveztük.

A raktár, amelyben nincs semmi

A hagyományos gyárak jelentős készleteket tartottak. Nyersanyagot, alkatrészeket, félkész termékeket és készárut raktároztak. Ez pénzbe került. Raktárépület kellett hozzá, személyzet, biztosítás, energia, nyilvántartás. A készletben álló pénzt pedig nem lehetett másra használni.

A modern termelészervezés egyik nagy felismerése az volt: miért tároljunk hónapokra elegendő alkatrészt, ha a beszállító pontosan akkor is leszállíthatja, amikor szükségünk van rá?

Megszületett a **just-in-time** szemlélet.

Az alkatrész nem hetekig vár a raktárban. Megérkezik, rövidesen bekerül a termékbe, a kész termék pedig továbbindul a vásárlóhoz.

A raktárak kisebbek lettek.

A tőke gyorsabban forgott.

A termelés olcsóbbá vált.

A veszteség csökkent.

Gazdasági szempontból mindez teljesen logikus. Csakhogy a raktárnak volt egy másik, kevésbé látványos funkciója is. **Időt tárolt.** Ha egy beszállító késett egy hetet, a gyár még működhetett a készletből. Ha egy út járhatatlanná vált, volt idő másikat keresni. Ha egy üzem leállt, nem feltétlenül állt le vele azonnal minden vevője. A készlet tehát nemcsak áru volt. **Puffer volt a bizonytalan világ és a gyár között.**

Amikor felszámoltuk a fölösleges készleteket, részben ezt az időt is felszámoltuk.

A raktár az országútra költözött

A just-in-time rendszerben azonban az alkatrész nem tűnt el, csak máshol van.

Kamionban.

Vasúti kocsiban.

Konténerben.

Hajón.

Kikötőben.

A gyár raktárának egy része tulajdonképpen **beköltözött a közlekedési rendszerbe.**

Ez normális körülmények között zseniálisan működik. De ettől kezdve a gyár már nemcsak saját gépeitől és beszállítóitól függ. Függ az utaktól, kikötőktől, vasúttól, hajózástól, üzemanyagtól, vámkezeléstől, informatikai rendszerektől és az időjárástól is.

A megtakarított raktárkészlet helyére **kapcsolatok** kerültek. És minél több kapcsolat szükséges egy rendszer működéséhez, annál több helyen történhet valami váratlan.

Mindenki azt csinálja, amihez a legjobban ért

A specializáció az emberi civilizáció egyik legerősebb találmánya. Nem kell mindenkinek saját élelmiszert termelnie, ruhát varrnia, házat építenie és szerszámot készítenie. Mindenki arra koncentrálhat, amit különösen jól tud. Ugyanez történt a vállalatokkal és az országokkal is. Miért gyártson egy autógyár saját maga csapágyat, mikroprocesszort, ülэшuzatot, üveget és festéket, ha más vállalatok ezeket olcsóbban és jobban készítik? A feladatokat egyre kisebb részekre bontottuk. Majd minden részfeladatot oda vittünk, ahol a leghatékonyabban lehetett elvégezni. Ennek eredménye elképesztő termelékenységnövekedés lett. De közben valami más is történt.

Elvesztettük a helyettesíthetőséget.

Ha száz vállalat ugyanazt az egyszerű alkatrészt gyártja, egyikük kiesése nem nagy probléma. Ha azonban az egész világon három vállalat képes megfelelő minőségben előállítani egy különleges anyagot, akkor mindhárom rendkívül fontossá válik. A specializáció növeli a tudást és a hatékonyságot. De egy bizonyos pont után növelheti a függőséget is.

A világ egyetlen gyárrá vált

Ehhez társult a globalizáció. Egy modern terméknek sokszor már nincs értelme egyetlen származási országot tulajdonítani. Az alapanyag az egyik kontinensről érkezik.

A chipet egy másikon tervezik.

Egy harmadikon gyártják.

Máshol készül a burkolat.

Megint máshol szerelik össze.

A készterméket pedig az egész világon értékesítik.

Ez óriási gazdasági előnyt jelentett. A vállalatok az egész bolygón kereshették a legjobb beszállítót, a legolcsóbb gyártási helyet és a megfelelő szakértelmet. A Föld gazdasága lassan úgy kezdett működni, mint **egyetlen hatalmas, szétszórt gyár**. Csakhogy egyetlen gyárban legalább látjuk a gépsort. A globális gazdaság gépsora több tízezer kilométer hosszú.

Amikor a hatékonyság koncentrációt teremt

Van még egy kevésbé nyilvánvaló következmény. A hatékonyabb vállalat általában olcsóbban termel. Emiatt több vevőt szerez. Nagyobb lesz. A nagyobb méret újabb költségelőnyt ad neki. A kevésbé hatékony versenytársak eltűnnek. Ez sok területen természetes gazdasági folyamat. Csakhogy a végén előfordulhat, hogy egy egész iparág néhány szereplőtől függ. Amíg ezek működnek, a rendszer rendkívül hatékony. A redundancia azonban csökken.

Ugyanez történhet kikötőkkel, logisztikai központokkal, félvezetőgyárakkal, felhőszolgáltatókkal, fizetési rendszerekkel – és egyre inkább az AI infrastruktúrájával is.

Sok vállalat látszólag egymástól függetlenül működik. A mélyben azonban ugyanazokra a szolgáltatókra támaszkodhatnak.

A sokszínű felszín alatt néhány közös függőség rejtőzhet.

A fölösleg elleni háború

A modern menedzsment évtizedeken át kereste a fölösleget.

Fülsleges készlet.

Fülsleges gép.

Kihasználatlan kapacitás.

Párhuzamos folyamat.

Túl sok alkalmazott.

Üresen álló raktár.

Második beszállító, amelytől alig rendelünk.

Mindezek költséget jelentenek.

Egy vállalat vezetőjét pedig többnyire azért jutalmazták, ha csökkent a költségeket. Így lassan eltűnnek a rendszerből azok az elemek, amelyek a mindennapi működéshez valóban fölöslegesek. Csakhogy ezek között vannak olyanok is, amelyeknek **nem a mindennapi működésben van szerepük**, hanem akkor, amikor valami elromlik.

A tartalék generátor szinte egész életében fölösleges.

A második adatkapcsolat fölösleges.

A biztonsági készlet fölösleges.

A második beszállító fölösleges.

Egészen addig a napig, amikor az első nem működik.

A siker elfedi a kockázatot

Itt jelenik meg egy különös pszichológiai csapda. Ha egy rendszer tíz éven keresztül hibátlanul működik, hajlamosak vagyunk azt gondolni, hogy túl sok tartalékot építettünk bele. Miért tartunk három hétre elegendő készletet, ha tíz éve mindig időben megérkezett az utánpótlás?

Csökkentjük két hétre.

Majd egyre.

A rendszer továbbra is működik.

Ez igazolja a döntést.

Csökkentjük tovább.

Még mindig működik.

A folyamat egészen addig folytatható, amíg egyszer bekövetkezik egy olyan esemény, amelyre a korábbi években nem volt példa. Ekkor derül ki, hogy a rendszer nem azért volt biztonságos, mert nem volt szüksége tartalékra.

Hanem azért tűnt biztonságosnak, mert még nem következett be az az esemény, amelyhez kellett volna.

A hatékonyság és az ellenálló képesség nem ugyanaz

Képzeljünk el két vállalatot.

Az egyik egyetlen, rendkívül olcsó beszállítótól vásárol, minimális készletet tart, gépei szinte folyamatosan teljes kapacitással működnek.

A másik két beszállítóval dolgozik, néhány hét tartalékot tart, és bizonyos kapacitásait szándékosan nem használja ki teljesen.

Normális évben az első vállalat hatékonyabb.

Olcsóbban termel.

Nagyobb profitot ér el.

A második látszólag pazarol.

Aztán kiesik a beszállító.

Az első vállalat leáll.

A második tovább működik.

Melyik volt hatékonyabb?

A válasz attól függ, **milyen hosszú időszakot vizsgálunk**. És ettől kezdve a „hatékonyság” szó jelentése sem olyan egyszerű.

A természet másképpen csinálja

Az élővilág tele van látszólagos pazarlással. Két vesénk van, miközben eggyel is élhetünk. A tüdönk, a májunk és számos más szervünk jelentős tartalék kapacitással rendelkezik. Az immunrendszer óriási mennyiségű olyan lehetőségre készül fel, amelynek túlnyomó részére talán soha nem lesz szüksége. Egy kizárólag gazdasági hatékonyságra optimalizált emberi szervezet furcsán nézne ki.

Talán lenne egy vesénk.

Kisebb tüdönk.

Kevesebb tartalékunk.

Olcsóbban fenntartható volna.

És sokkal könnyebben meghalnánk. Az evolúció nem a maximális pillanatnyi hatékonyságot keresi. **A túlélést keresi egy kiszámíthatatlan világban.**

Talán túl jól optimalizáltuk a civilizációt

A modern gazdaság sokáig olyan környezetben fejlődött, amelyben a globális szállítás viszonylag megbízható volt, az energia rendelkezésre állt, a kommunikáció működött, és a nagy rendszerek ritkán estek ki hosszú időre.

Ebben a világban logikus volt mindent optimalizálni. De a klímaváltozás, geopolitikai konfliktusok, világjárványok, kibertámadások, energiapiaci zavarok és az egyre összetettebb digitális függőségek újra felteszik a kérdést: **meddig érdemes optimalizálni?**

Mert minden rendszerből ki lehet venni valamennyi fölösleget.

Aztán még egy kicsit.

Majd még egy kicsit.

A rendszer egyre olcsóbb, gyorsabb és hatékonyabb lesz. Egészen addig, amíg ki nem derül, hogy amit fölöslegnek hittünk, valójában **biztonsági tartalék volt**. A XX. században elképesztően jól megtanultuk, hogyan lehet a civilizációt egyre hatékonyabban működtetni.

A XXI. század egyik nagy feladata talán az lesz, hogy megtanuljuk: **hogyan lehet úgy hatékony, hogy közben ne váljon törékennyé.**

12. Tartalék = pazarlás?

Van egy berendezés egy kórház pincéjében. Drága volt megvenni. Helyet foglal. Karban kell tartani. Időnként üzemanyagot kell cserélni benne, próbajáratást kell végezni, ellenőrizni kell az akkumulátorát. Évekig semmi haszna. A könyvelés szempontjából csak költséget termel.

Aztán egy este elmegy az áram.

És hirtelen kiderül, hogy a kórház egyik legfontosabb berendezése a **tartalék generátor**.

A tartalékok különös dolgok.

Akkor tűnnek fölöslegesnek, amikor működik a világ. És akkor válnak nélkülözhetetlenné, amikor már késő beszerezni őket.

A sikeres tartalék láthatatlan

A biztonsági rendszereknek van egy furcsa tulajdonságuk: ha jól működnek, gyakran úgy tűnik, mintha nem csinálnának semmit.

Ha egy vállalat két beszállítót tart fenn, de az első húsz éven át hibátlanul szállít, a második fölösleges költségnek látszik.

Ha egy város tartalék vízbázist épít ki, amelyre évtizedekig nincs szükség, könnyű megkérdezni: miért költöttünk erre ennyi pénzt?

Ha stratégiai élelmiszer-, gyógyszer- vagy üzemanyagkészleteket tartunk fenn, azok tárolása pénzbe kerül. Az áruk egy részét rendszeresen cserélni kell. Raktárakat kell építeni, őrizni, ellenőrizni.

Minden évben megjelenik a költségvetésben. A haszna viszont nem. Legalábbis addig, amíg nincs válság. Ezért a jól működő tartalék saját sikerének áldozatává válhat.

Minél régebben nem volt rá szükség, annál könnyebb azt hinni, hogy soha nem is lesz.

A pénzügyi igazgató és a katasztrófa

Képzeljünk el egy vállalatot, amelynek két gyára van. A második üzem kapacitásának egy része kihasználatlan. A pénzügyi kimutatásokban ez rosszul mutat.

Miért fizetünk egy olyan gépsorért, amely az idő egy részében áll?

Miért nem zárjuk be?

Miért ne koncentráljuk a termelést az olcsóbb üzemre?

A számítás egyszerű. A bezárással minden évben pénzt takarítunk meg. A másik oldalon azonban van egy nehezen számszerűsíthető tétel: **mi történik, ha az egyetlen megmaradt gyár egyszer leáll?**

Ennek valószínűsége talán kicsi. A következménye viszont óriási lehet.

A probléma az, hogy a megtakarítás biztos és azonnali.

A katasztrófa bizonytalan és távoli.

Az emberi és gazdasági döntéshozatal pedig erősen hajlik arra, hogy az elsőt többre értékelje.

Aki takarékoskodik, jutalmat kap

A tartalékok felszámolása mögött nem feltétlenül felelőtlenség áll. Gyakran éppen ellenkezőleg.

Egy vállalatvezető feladata a költségek csökkentése.

Egy kórházigazgatónak be kell tartania a költségvetést.

Egy önkormányzatnak meg kell indokolnia a kiadásait.

Egy kormánynak választói előtt kell elszámolnia a közpénzzel.

Ha valaki megszüntet egy fölösleges raktárt, elad kihasználatlan gépeket vagy csökkenti a túlzott készleteket, a megtakarítás pontosan kiszámítható.

Ha valaki azt mondja: „**Tartsuk meg, mert húsz év múlva talán szükségünk lesz rá**”, sokkal nehezebb helyzetben van. A tartalék tehát nemcsak műszaki kérdés.

Ösztönzési probléma.

Aki felszámolja, ma pénzt takarít meg.

Aki fenntartja, ma költséget okoz.

Hogy melyikük döntött helyesen, talán csak évtizedek múlva derül ki.

A tartalék paradoxona

Képzeljünk el két várost. Mindkettő százmilliót költ árvízvédelemre. Az elsőt néhány év múlva hatalmas árvíz éri. A védművek megmentik a várost.

Mindenki azt mondja: **jó beruházás volt.**

A második várost ötven évig nem éri komoly árvíz.

Ott könnyen elhangozhat: **kidobtunk százmilliót az ablakon.**

Pedig a beruházás pillanatában ugyanazt tudták a jövőről. Semmit biztosan. A biztonsági beruházások értékét ezért nem lehet egyszerűen abból megítélni, hogy végül szükség volt-e rájuk. A biztosítást sem azért kötjük, mert azt szeretnénk, hogy leégjen a házunk.

Azért kötjük, mert **nem tudjuk biztosan, hogy nem fog.**

A ritka esemény problémája

A modern rendszereknél különösen nehéz kezelni azokat az eseményeket, amelyek valószínűsége kicsi, következményük azonban rendkívül nagy.

Egy országos áramszünet.

Egy világjárvány.

Egy kritikus tenger alatti kábel kiesése.

Egy nagy kibertámadás.

Egy rendkívüli napvihar.

Egy stratégiai nyersanyag hirtelen eltűnése a piacról.

Ha valami évente történik, megtanulunk együtt élni vele.

Ha százévente történik, könnyen megfélekezünk róla.

Pedig a százéves esemény nem azt jelenti, hogy legközelebb száz év múlva következik be. Csak azt, hogy ritka. **Akár holnap is megtörténhet.**

Redundancia: a mérnök pazarlása

A mérnöki gondolkodás régóta ismeri a redundanciát. Ha egy rendszer különösen fontos, nem feltétlenül egyetlen alkatrésze bízunk.

Van tartalék.

Van második útvonal.

Van vészüzem.

Van kézi működtetés.

Egy repülőgépen senki nem mondja: „Miért van több, egymástól független rendszer? Hiszen normális esetben az első is működik.”

Mert pontosan tudjuk, hogy itt nem az átlagos nap számít.

Az az egyetlen nap számít, amikor valami nem működik.

A civil infrastruktúránál és a gazdaságban azonban sokkal könnyebben tekintjük pazarlásnak ugyanezt a gondolkodást.

A tartalék nem mindig tárgy

Ha tartalékról beszélünk, hajlamosak vagyunk raktárakra gondolni. Pedig tartalék lehet sok minden.

Egy második beszállító.

Egy alternatív útvonal.

Egy helyi termelőkapacitás.

Egy szigetüzemben működni képes energiarendszer.

Egy kézi eljárás arra az esetre, ha a számítógép nem működik.

És van egy különösen érdekes tartalék: **az emberi tudás.**

Ha egy feladatot húsz éven át kizárólag automatika végez, előfordulhat, hogy mire az automatika egyszer meghibásodik, már nincs olyan ember, aki pontosan tudja, hogyan kell nélküle elvégezni. A tartalék emberi tudást azonban nem lehet egyszerűen bezárni egy raktárba.

Gyakorolni kell.

Fenntartani.

Átadni a következő generációnak.

Ez drága. És pontosan ezért fenyegeti ugyanaz a veszély, mint minden más tartalékot:

békeidőben fölöslegesnek látszik.

Mennyi tartalék elég?

Természetesen a másik véglet sem megoldás. Nem lehet mindenből kétszer annyit építeni. Nem tarthatunk korlátlan mennyiségű élelmiszert, üzemanyagot, gyógyszert és alkatrészt. Nem építhetünk minden erőmű mellé még egy üres erőművet. A teljes biztonság megfizethetetlen. És valószínűleg elérhetetlen.

A valódi kérdés tehát nem az: **kell-e tartalék?**

Hanem: **hol, miből és mennyi?**

Ehhez pedig előbb tudnunk kellene, mely rendszerek kritikusak, hogyan függenek egymástól, és hol terjedhet tovább egy hiba.

Vagyis visszajutottunk a civilizáció radarjához.

Az AI mint a pazarlás könyvelője – fordítva

Ebben az AI érdekes szerepet kaphat. A hagyományos optimalizáló rendszer azt kérdezheti:

„Melyik fölösleges kapacitást lehet megszüntetni?”

Egy rezilienciára optimalizáló AI-nak azonban egy második kérdést is fel kellene tennie:

„Mi történik, ha megszüntetjük?”

Sőt, tovább is mehetne. Melyik tartalékot használjuk soha, de mégis kritikus? Melyik két tartalékról hisszük, hogy független, miközben ugyanattól az energiaforrástól vagy hálózattól függ?

Mekkora készlet kell ahhoz, hogy egy háromnapos, egyhetes vagy egyhónapos zavar áthidalható legyen?

Hol éri meg a redundancia többbe, mint az általa csökkentett kockázat?

Az optimalizálás célja ezzel megváltozik.

Nem a lehető legkisebb költséget keressük, hanem azt a pontot, ahol a **hatékonyság és az ellenálló képesség még együtt létezhet.**

A legdrágább tartalék

Van még egy kellemetlen tulajdonsága a tartalékoknak. Válság előtt drágának tűnnek.

Válság közben viszont gyakran már semennyi pénzért nem lehet őket gyorsan létrehozni.

Egy transzformátort nem lehet azonnal legyártani.

Egy szakembert nem lehet egy hét alatt kiképezni.

Egy stratégiai raktárt nem lehet akkor feltölteni, amikor már mindenki ugyanazt az árut keresi.

Egy második beszállítót nem lehet akkor kiépíteni, amikor az elsővel együtt az egész iparág leállt.

A tartalékot ezért **békeidőben kell finanszírozni azért, hogy válságban létezzen.**

Ez politikailag és gazdaságilag nehéz. De nincs más időpont. A tartalék ugyanis furcsa befektetés. Reméljük, hogy soha nem térül meg. Mert ha valóban szükségünk lesz rá, az azt jelenti, hogy valami komoly baj történt. És talán éppen ezért kellene másképpen gondolkodnunk róla.

A tartalék nem a hatékonyság ellentéte.

A tartalék annak az ára, hogy a rendszer akkor is működjön, amikor a hatékonyságra épített világ már nem úgy működik, ahogyan terveztük.

13. Egy hét áram nélkül

Kapcsoljuk le egy modern nagyváros elektromos hálózatát. Nem egy utcában. Nem néhány kerületben. Az egész városban és közvetlen környezetében. Tegyük fel, hogy a hiba olyan súlyos, hogy a szolgáltatás egy hétig nem állítható helyre. Nem tudjuk előre, mi okozta. Lehet műszaki meghibásodás, szélsőséges időjárás, kibertámadás vagy valamilyen ritka természeti esemény. Most nem is ez érdekel bennünket.

A kérdés az: **mi történik utána?**

Ez nem jóslat. Nem minden városban és minden körülmény között ugyanígy zajlana. Egy nyári áramszünet más, mint egy téli. Egy jól felkészült város másképpen reagál, mint egy felkészületlen. A következők ezért inkább rendszerkísérletnek tekinthetők.

Indítsuk el az órát.

0. perc – Kialszanak a fények

A hatás azonnali.

Megállnak a liftek.

Kialszanak a közlekedési lámpák.

Leállnak az elektromos kapuk, pénztárgépek, gyártósorok és irodai számítógépek.

A vasúti és városi kötőtpályás közlekedés egy része megállhat vagy korlátozott üzemre térhet át.

Az emberek előveszik a telefonjukat.

Mi történt?

Az első percekben azonban még szinte minden fontos rendszer rendelkezik valamilyen tartalékkal.

A kórházakban elindulnak a generátorok.

Az adatközpontok szünetmentes rendszerei működésbe lépnek.

A mobilhálózat bázisállomásai akkumulátorról folytatják.

A vízhálózatban még van nyomás.

A hűtők és fagyasztók még hidegek.

Az autók működnek.

Az üzletekben van élelmiszer.

A város nem állt le.

Csak elkezdődött a visszaszámlálás.

6 óra – A kellemetlenségből probléma lesz

Hat óra még nem katasztrófa. Sokan talán bosszankodnak, de arra számítanak, hogy hamarosan visszajön az áram. A telefonok egy részének akkumulátora azonban már merül. A hordozható töltők előkerülnek.

Egyes mobil bázisállomások tartalék energiaellátása közelíthet határaihoz, mások generátorral vagy hosszabb tartalékkal rendelkezhetnek. A hálózat terhelése közben megnő, mert mindenki információt keres és telefonál.

Az elektromos fizetés akadozhat.

A benzinkutaknál ott van az üzemanyag a föld alatti tartályokban, de a szivattyúk működéséhez áram kell. Amelyik kútnak nincs megfelelő tartalék energiaellátása, nem tud üzemanyagot kiadni.

Az elektromos autók természetesen nem tölthetők.

A lakásokban pedig kezd feltűnni valami, amit normális körülmények között alig veszünk észre: mennyi mindenhez kell villany.

A modern gázkazánnak is.

A keringetőszivattyúnak.

A termosztátnak.

A kaputelefonnak.

A garázskapunak.

Az indukciós főzőlapnak.

Az internet routernek.

Lehet gáz a vezetékben, víz a csőben és étel a hűtőben. Mégsem biztos, hogy használni tudjuk őket.

24 óra – A tartalékok világa

Egy nap után megváltozik a helyzet. Már kevesen gondolják, hogy egyszerű, rövid áramszünetről van szó.

A legfontosabb kérdés többé nem az: **„Mikor jön vissza az áram?”**

Hanem: **„Meddig működik még az, ami most működik?”**

A kórházi generátor működik – amíg van üzemanyag.

A mobilhálózat működik – ahol még van tartalék energia.

A vízellátás működik – amíg a tározók, gravitációs rendszerek és tartalék szivattyúk képesek fenntartani.

A hűtőház működik – ha van generátora és üzemanyaga.

A tartalék tehát önmagában már nem elég.

Utánpótlás kell a tartalékhoz.

És az utánpótláshoz közlekedés, üzemanyag, kommunikáció, személyzet és koordináció szükséges.

A rendszerek kezdenek egymásra támaszkodni.

A hűtőszekrény órája

Egy átlagos háztartás számára ekkor válik kézzelfoghatóvá az élelmiszer problémája. A hűtőszekrény nem tart örökké hideget. A fagyasztó tovább bírhatja, különösen ha tele van és nem nyitogatják, de annak is véges a hőtartaléka. Az emberek először azt fogyasztják el, ami gyorsan romlik. Ez önmagában nem súlyos probléma.

Csak hogy ugyanez történik egyszerre több százezer vagy több millió háztartásban, üzletben, étteremben és raktárban.

Egy idő után az élelmiszer-biztonság már nem háztartási kérdés.

Közegészségügyi kérdéssé válhat.

3 nap – Megváltozik a rendszer

Három nap után már nem ugyanaz a város működik rosszabbul.

Egy másik működési módba került városról beszélünk.

Az akkumulátoros tartalékok jelentős része kimerült.

A generátorok üzemanyag-ellátása kritikus logisztikai feladattá válik.

Nem az a kérdés, van-e üzemanyag valahol az országban.

Hanem hogy eljut-e oda, ahol szükség van rá.

A kórházhoz.

A vízműhöz.

A távközlési rendszerhez.

A rendőrséghez.

A tűzoltósághoz.

Az élelmiszer-logisztikához.

Ekkor megjelenik a **prioritás** problémája. Ha nincs mindenkinek elegendő, ki kapjon először?

A döntés már nem egyszerűen műszaki. Társadalmi és politikai is.

A víz válik fontossá

Az ember élelmiszer nélkül meglepően hosszú ideig életben maradhat. Ivóvíz nélkül nem.

Egy nagyváros vízellátása azonban nem egyszerűen abból áll, hogy valahol van egy folyó vagy víztározó.

A vizet ki kell termelni.

Tisztítani kell.

Szivattyúzni kell.

Nyomás alatt kell tartani.

A szennyvizet pedig el kell vezetni és kezelni.

Mindezek jelentős része energiafüggő. Ha a tartalék energiaellátás nem képes fenntartani a teljes rendszert, a vízellátás korlátozása vagy helyi kiesése már egészen más nagyságrendű problémát jelent. És ha a csapból nem folyik víz, hamarosan nemcsak inni nincs mit. A WC sem működik rendesen.

Nem lehet mosni, tisztálkodni, takarítani, élelmiszert előkészíteni.

A következő fejezetben ezért külön visszatérünk erre.

A pénz különös átalakulása

Három nap után érdekes dolog történhet a pénzzel is. A bankszámlán lévő összeg nem tűnt el, csakogy hozzáférése digitális infrastruktúrától függ. Ha az ATM nem működik, a bankkártyás terminál nem kapcsolódik a rendszerhez, az internetbank nem érhető el, a számlán lévő pénz átmenetileg nehezebben használható. A készpénz értéke hirtelen megnőhet.

De csak addig, amíg van mit megvenni rajta.

Ez jól mutatja, mennyire absztrakt lett a modern gazdaság. A vagyonunk jelentős része **információ**. És az információhoz működő infrastruktúra kell.

Az információhiány

Három nap után a megbízható információ szintén kritikus erőforrás.

Melyik bolt van nyitva?

Hol van ivóvíz?

Hol működik benzinkút?

Melyik út járható?

Mikor várható helyreállítás?

Ha az internet és a mobilhálózat részben kiesik, a hatóságok kommunikációja is nehezebbé válik. Az információs vákuumot pedig gyorsan kitöltik a híresztelések.

„Holnap elfogy az ivóvíz.”

„A benzinkutak bezárnak.”

„Két hétig nem lesz áram.”

Lehet, hogy egyik sem igaz. De ha elegenden elhiszik, az emberek cselekedni kezdenek. A pletyka ekkor fizikai következményt kap.

7 nap – A technikai problémából társadalmi probléma lesz

Egy hét áram nélkül egy modern nagyvárosban már nem egyszerű áramszünet. Az egész ellátási rendszer rendkívüli üzemmódban működik.

Az élelmiszer, jelentős része megromlott vagy elfogyott.

A vízellátás egyes területeken problémássá válhat.

Az üzemanyag stratégiai erőforrássá lett.

A kórházak működnek, de ellátási és személyzeti problémákkal küzdhetnek.

A gyógyszertárak készletei csökkennek.

A közlekedés korlátozott.

A hulladék elszállítása akadózhat.

A szennyvízkezelés problémái közegészségügyi kockázatot teremthetnek.

A lakosság egy része elhagyhatja a várost – ha van hová mennie és van mivel.

Télen mindehhez hozzáadódik a fűtés, nyáron a hőség.

Ettől kezdve a legfontosabb kérdés már talán nem is műszaki, hanem az: **mennyire bíznak az emberek abban, hogy a rendszer hamarosan újra működni fog?**

Nem egyszerre omlik össze minden

Fontos azonban valamit hangsúlyozni. Egy hét áramszünet nem jelenti automatikusan a civilizáció összeomlását. A városoknak vannak vészhelyzeti terveik. Vannak tartalék rendszerek. A hadsereg, katasztrófavédelem, rendőrség, egészségügy, önkormányzatok, közművek és civil szervezetek reagálnak. Segítség érkezik kívülről.

Mobil generátorokat telepíthetnek.

Vízet és élelmiszert oszthatnak.

Ideiglenes kommunikációs rendszereket állíthatnak fel.

És maguk az emberek is meglepően alkalmazkodóképesek.

Ezért a kérdés nem az, hogy a város „összeomlik-e”.

Hanem az, hogy **mely funkcióit milyen hosszú ideig képes fenntartani.**

Ez sokkal érdekesebb kérdés.

Az idő, mint dominó

A gondolat kísérlet legfontosabb tanulsága talán nem az, hogy mennyire függünk az elektromosságtól. Ezt eddig is tudtuk. Hanem az, hogy a különböző rendszereknek **különböző idejű tartalékaik vannak**.

Az egyik rendszer percekig bírja, a másik órákig, a harmadik napokig. Ez azt jelenti, hogy a válság nem egyszerre következik be. Hullámokban érkezik. Az első órákban a közlekedés és a digitális szolgáltatások okoznak gondot.

Később a kommunikáció és az üzemanyag.

Utána az élelmiszer, a víz és a higiénia.

Majd a társadalmi működés.

A civilizáció ellenálló képességét ezért akár egyetlen kérdéssel is mérhetnénk: **mennyi időnk van?**

Mennyi időnk van, mielőtt lemerül az akkumulátor?

Mielőtt elfogy a generátor üzemanyaga?

Mielőtt felmelegszik a fagyasztó?

Mielőtt megszűnik a víznyomás?

Mielőtt elfogy a gyógyszer?

Mielőtt az emberek elveszítik a bizalmukat?

A tartalék ugyanis végső soron nemcsak energia, víz, élelmiszer vagy pénz.

A tartalék: idő.

Idő arra, hogy észrevegyük a hibát.

Idő arra, hogy alkalmazkodjunk.

Idő arra, hogy segítség érkezzon.

Idő arra, hogy helyreállítsuk a rendszert.

Egy igazán ellenálló civilizáció talán nem olyan, amelyben soha nem megy el az áram, hanem olyan, amelynek **elég ideje marad működni akkor is, amikor elmegy**.

14. Amikor nem folyik víz a csapból

Nyissuk meg a csapot. Nem történik semmi. Első reakciónk valószínűleg a bosszúság. Talán csőtörés történt. Néhány óra múlva biztosan megjavítják. De tegyük fel, hogy nem javítják meg.

Eltelik hat óra.

Egy nap.

Három nap.

Az előző fejezetben egy hétre kikapcsoltuk egy modern nagyváros elektromos hálózatát. Most csak egyetlen szolgáltatást veszünk el: **a vizet.**

Hamar kiderül, hogy valójában nem egy szolgáltatást vettünk el.

A csap mögött egy gyár működik

A vezetékes víz annyira természetes része az életünknek, hogy hajlamosak vagyunk úgy gondolni rá, mintha egyszerűen ott lenne a csőben. Pedig a csap mögött hatalmas ipari rendszer működik.

A vizet ki kell termelni.

Tisztítani kell.

Ellenőrizni kell a minőségét.

Tárolni kell.

Nyomás alá kell helyezni.

El kell juttatni több százezer vagy több millió fogyasztóhoz.

A rendszernek alkalmazkodnia kell ahhoz is, hogy hajnalban keveset fogyasztunk, reggel hirtelen sokat, éjszaka pedig ismét kevesebbet.

És mindezt úgy kell megtennie, hogy amikor bárki bárhol megnyit egy csapot, abból néhány másodpercen belül iható víz folyjon.

Ez a civilizáció egyik legnagyobb, legkevésbé látványos teljesítménye.

Mennyi víz kell valójában?

Ha azt kérdezzük, mennyi vízre van szüksége egy embernek naponta, könnyű csak az ivásra gondolni.

Néhány liter.

Vészhelyzetben ez valóban a legfontosabb. Csak hogy a mindennapi életben vizet használunk főzéshez, mosogatáshoz, tisztálkodáshoz, mosáshoz, takarításhoz és WC-öblítéshez is.

A modern városi ember napi közvetlen vízhasználata ezért nem néhány literben, hanem gyakran **több tíz vagy akár száz literes nagyságrendben** mérhető. Vészhelyzetben természetesen drasztikusan csökkenthető. De ennek ára van.

Először a kényelmi fogyasztás tűnik el.

Aztán a tisztálkodás.

A mosás.

A takarítás.

És egy idő után a probléma már nem kényelmi.

Higiéniai lesz.

Az ivóvíz csak a történet fele

Egy nagyváros vízellátási válságánál az első gondolat rendszerint az: hogyan juttassunk ivóvizet az emberekhez?

Palackozott vízzel.

Tartálykocsikkal.

Ideiglenes vízosztó pontokkal.

Ez nehéz, de megoldható lehet.

Van azonban egy kevésbé látványos kérdés: **mi történik a használt vízzel?**

A modern város ugyanis nemcsak ivóvízhálózatra épül. Szennyvízhálózatra is. Minden WC-öblítés, zuhanyzás, mosás és mosogatás után valaminek el kell vinnie a szennyezett vizet. A csatornahálózat részben gravitációval működhet, de sok rendszerben átemelő, szivattyúk és szennyvíztisztító telepek is nélkülözhetetlenek. Ha ezek tartósan kiesnek, egészen másfajta válság kezdődik. A tiszta víz hiánya kellemetlen és veszélyes.

A szennyvíz felhalmozódása közegészségügyi probléma.

A WC mint civilizációs technológia

Ritkán gondolunk rá így, pedig a vízöblítéses WC a modern város egyik alapvető technológiája. Néhány liter vízzel eltüntetünk valamit a lakásból, amit többé nem akarunk látni. De valójában nem tűnik el. Csak továbbküldjük egy hatalmas rendszerbe.

Ha nincs víz, vagy a csatornahálózat nem működik megfelelően, ez a mindennapi mozdulat egyszer csak lehetetlenné válik.

Egy családi házban még lehet ideiglenes megoldásokat találni.

Egy többemeletes házban, ahol több száz ember él egymás fölött, már sokkal nehezebb.

Egy egész nagyvárosban pedig a probléma gyorsan megsokszorozódik.

A város egyik legfontosabb funkciója nem az, hogy behozza, amire szükségünk van, hanem hogy folyamatosan eltávolítsa azt, amire már nincs szükségünk.

Az élelmiszerhez is víz kell

A vízhiány hamar továbbterjed az élelmiszer-ellátásra. Egy étteremnek nemcsak alapanyag kell. Víz is.

Egy pékségnek víz kell.

Az élelmiszer-feldolgozásnak víz kell.

Az edényeket, felületeket és gépeket tisztítani kell.

A boltoknak és raktáraknak higiéniai követelményeket kell betartaniuk.

Ha nincs biztonságos vízellátás, egy élelmiszeripari üzem akkor is kénytelen lehet leállni, ha egyébként van nyersanyaga és elektromos energiája.

Ismét ugyanazzal találkozunk: **nem annak kell elfogynia, amit gyártani akarunk. Elég, ha eltűnik valami, ami a gyártáshoz nélkülözhetetlen.**

A kórház sem csak gyógyszerből áll

A vízhiány különösen súlyosan érinti az egészségügyet. A kórháznak ivóvíz kell. De ennél sokkal több is.

Tisztálkodáshoz.

Fertőtlenítéshez.

Mosáshoz.

Élelmezéshez.

Laboratóriumokhoz.

Bizonyos műszaki és orvosi berendezésekhez.

A szennyvíz biztonságos elvezetéséhez.

Egy kórháznak tehát lehet tartalék generátora és gyógyszerkészlete, mégsem tekinthető hosszú távon önállónak, ha nincs megfelelő vízellátása.

A kritikus infrastruktúrák függősége megint láthatóvá válik.

A víz súlya

Van a vízellátásnak egy nagyon egyszerű fizikai korlátja is.

A víz nehéz.

Egy liter nagyjából egy kilogramm. Ha egymillió embernek csak napi három liter ivóvizet akarunk biztosítani, az már körülbelül háromezer tonna vizet jelent naponta. És ebben még nincs főzés, mosakodás vagy higiénia. Ezért nem lehet egy nagyváros vezetékes vízellátását egyszerűen néhány tartálykocsival helyettesíteni. A palackozott víz és a tartálykocsi kiváló vészmegoldás. De logisztikai kapacitásuk véges.

Az infrastruktúra valódi erejét éppen az mutatja, hogy normális körülmények között **észrevétlenül mozgat naponta óriási tömegeket.**

A város kívülről él

És itt érkezünk el egy még nagyobb kérdéshez. Mennyire önálló egy modern nagyváros?

Az ivóvíz talán helyben vagy a közelből érkezik.

De az élelmiszer jelentős része kívülről.

Az üzemanyag kívülről.

A gyógyszer kívülről.

Az alkatrészek kívülről.

A fogyasztási cikkek kívülről.

A városban milliók élhetnek úgy, hogy élelmiszerkészletük néhány napra elegendő. Ez normális körülmények között nem probléma. Mert minden nap újabb teherautók érkeznek. A szupermarket raktára nem feltétlenül az épület mögött van.

Az autópályán gurul felé.

Ugyanaz a gondolat tér vissza, amelyet a just-in-time termelésnél láttunk. A modern város nem önellátó egység.

Áramlásokból él.

Víz áramlik be.

Élelmiszer áramlik be.

Energia áramlik be.

Információ áramlik be.

Hulladék és szennyvíz áramlik ki.

Amíg ezek az áramlások működnek, a város él.

Mennyi ideig önálló egy város?

Erre nincs egyetlen szám. Függ az évszaktól, az éghajlattól, a város méretétől, vízbázisától, raktárkészleteitől, közlekedési kapcsolataitól és felkészültségétől. De maga a kérdés fontosabb a pontos válasznál.

Mennyi ideig működik egy város külső utánpótlás nélkül?

Mennyi élelmiszere van?

Mennyi üzemanyaga?

Mennyi gyógyszere?

Mennyi ivóvize?

Mennyi tartalék energiája?

És még fontosabb: ezek közül melyik fogy el először?

Lehet, hogy van két hétre elegendő élelmiszerünk, de csak három napra elegendő üzemanyagunk annak elosztásához.

Lehet víz a tározóban, de nincs energia a szivattyúzáshoz.

Lehet üzemanyag, de nem működik a szivattyú, amely kiadná.

Egy rendszer tartaléka nem nagyobb, mint annak a kritikus elemnek a tartaléka, amely először fogy el.

Az egyén mint apró tartalék

A rendszer ellenálló képességének van egy kevésbé látványos rétege is: maga a lakosság.

Ha minden háztartás teljes mértékben az azonnali ellátástól függ, egy kisebb zavar is azonnal központi problémává válik. Ha az emberek képesek néhány napig önállóan működni, időt adnak a rendszernek.

Néhány napra elegendő ivóvíz és tartós élelmiszer, elemlámpa, alapvető gyógyszerek, feltöltött akkumulátorok vagy egy kis készpénz önmagában nem old meg egy nagy válságot.

De megsokszorozva több százezer háztartással hatalmas különbséget jelenthet. A társadalmi tartalék tehát részben **elosztott tartalék**.

Nem mindennek kell egy központi raktárban lennie.

Az AI és a város vízmérlege

Itt ismét megjelenhet az AI és később a digitális iker. Egy város modelljében összekapcsolható a vízellátás, az elektromos hálózat, a szennyvízkezelés, az üzemanyag, az egészségügy, az élelmiszer-logisztika és a lakosság.

Ezután feltehetjük a kérdést: Mi történik, ha harminc százalékkal csökken a vízellátás?

Melyik kórház kerül először veszélybe?

Melyik szennyvízátemelő kritikus?

Hová kell tartálykocsit küldeni?

Melyik útvonalat kell biztosítani?

Melyik szolgáltatást kell korlátozni ahhoz, hogy az ivóvízellátás tovább működhessen?

Az AI feladata itt sem az lenne, hogy egyetlen jövőt jósoljon meg, hanem hogy megtalálja:

hol fogy el először az idő.

A csap mint bizalmi szerződés

Van azonban a vezetékes víznek egy különös társadalmi tulajdonsága is. Amikor este lefekszünk, nem töltjük tele a kádat azzal a gondolattal, hogy talán reggel már nem lesz víz.

Nem ellenőrizzük minden reggel a vízmű honlapját. Egyszerűen megnyitjuk a csapot. És feltételezzük, hogy víz fog folyni belőle. Ugyanezt tesszük a villanykapcsolóval.

A benzinkúttal.

A bolttal.

A bankkal.

A telefonnal.

A modern civilizáció egyik legnagyobb vívmánya talán éppen ez: **nem kell minden nap ellenőriznünk, működik-e még a világ.**

Elhisszük, hogy működik.

Ez a bizalom teszi lehetővé, hogy ne halmozzunk fel otthon hónapokra elegendő vizet, élelmiszert és üzemanyagot. Hogy pénzünket a bankban tartsuk. Hogy ne álljunk sorba a benzinkútnál minden alkalommal, amikor valahol ellátási zavarról hallunk.

És ezzel eljutottunk egy olyan infrastruktúrához, amelyhez nem tartoznak vezetékek, szivattyúk vagy generátorok. Mégis talán az egyik legfontosabb mind közül.

A bizalomhoz.

15. A láthatatlan infrastruktúra: a bizalom

Reggel felkelünk, kinyitjuk a csapot, és arra számítunk, hogy folyik belőle víz.

Felkapcsoljuk a villanyt. Elindulunk a benzinkúthoz, és feltételezzük, hogy lesz üzemanyag.

Bemegyünk egy boltba, és arra számítunk, hogy találunk élelmiszert.

A fizetésnél elővesszük a bankkártyát, mert hisszük, hogy a bankszámlánkon lévő számok néhány másodperc múlva valódi árura válhatnak.

Ezeket a feltételezéseket szinte soha nem fogalmazzuk meg. Pedig a modern társadalom működésének jelentős része rájuk épül. **Elhisszük, hogy holnap is lesz.**

A rendszer, amelyet nem látunk

Egy nagyvárosban szinte senki sem tudja pontosan, hogyan jut el hozzá az ivóvíz.

Nem ismeri az elektromos hálózat működését.

Nem tudja, honnan érkezik a boltba a kenyér.

Nem tudja, melyik adatközponton keresztül történik a bankkártyás fizetés.

És nem is kell tudnia. Ez a modern civilizáció egyik nagy vívmánya. A társadalom működéséhez nem szükséges, hogy minden ember értse a teljes rendszert.

Elég, ha **bízik benne**. A bizalom így valójában munkamegosztást tesz lehetővé.

Nem termelek búzát, mert bízom abban, hogy valaki más megtermeli.

Nem tartok otthon generátort, mert bízom az elektromos hálózatban.

Nem tárolok több száz liter vizet, mert bízom a vízműben.

Nem tartom készpénzben minden megtakarításomat, mert bízom a bankrendszerben.

A bizalom felszabadít bennünket az állandó önellátás kényszere alól.

Mi történik, ha meginog?

Tegyük fel, hogy elterjed a hír: **holnap üzemanyaghiány lesz.**

Lehet, hogy a hír téves. Lehet, hogy valóban van valamilyen kisebb ellátási probléma, de normális fogyasztás mellett elegendő készlet állna rendelkezésre. Az emberek azonban nem akarnak kockáztatni. Valaki megtankolja az autóját. Ez teljesen racionális döntés.

Más is ugyanezt teszi.

Ő is racionálisan viselkedik.

A harmadik ember meglátja a sort a benzinkútnál, és arra gondol: **ha ennyien tankolnak, biztosan tényleg baj van.** Ő is beáll. Hamarosan fényképek jelennek meg a sorokról. A hírt átveszik a közösségi oldalak.

„Elfogyhat az üzemanyag.”

Egyre többen indulnak tankolni. Néhány benzinkúton valóban elfogy az üzemanyag.

Megjelenik az első fénykép: **ELFOGYOTT.**

Ettől kezdve már nem pletykáról beszélünk. Valódi hiány van. Csakhogy részben éppen a hiánytól való félelem hozta létre.

Amikor mindenki helyesen dönt

Ez az egyik legérdekesebb társadalmi paradoxon. Az egyén szempontjából teljesen logikus lehet tele tankolni az autót.

Logikus lehet készpénzt felvenni.

Logikus lehet több élelmiszert vásárolni.

Logikus lehet gyógyszert felhalmozni.

Senki sem viselkedik feltétlenül ostobán.

Mégis: **millió racionális egyéni döntés kollektíven irracionális eredményt hozhat létre.**

Ha mindenki egyszerre veszi ki a pénzét a bankból, a bank akkor is bajba kerülhet, ha előtte működőképes volt.

Ha mindenki egyszerre vásárol egy hónapra elegendő élelmiszert, kiürülhetnek a polcok akkor is, ha az ellátási rendszer normális fogyasztás mellett működne.

Ha mindenki egyszerre tankol, a benzinkutak készlete gyorsabban fogy el, mint ahogy újra lehet tölteni.

A rendszer tehát nemcsak attól függ, mennyi áru van benne. Attól is, **hogyan viselkednek az emberek.**

Az üres polc információ

Az üres polcnak különös tulajdonsága van. Nemcsak állapot. **Üzenet.**

Azt mondja: valami nincs rendben.

Ha meglátunk egy üres polcot, nem feltétlenül tudjuk, miért üres.

Lehet szállítási késés.

Lehet átmeneti készlethiány.

Lehet, hogy előző este egyszerűen nem töltötték fel. De az ember nem pusztán az okot látja.

A veszélyt látja.

Ha pedig lefényképezzük és megosztjuk, az üres polc több ezer kilométerre is képes megváltoztatni az emberek viselkedését.

Egy fizikai hiány így **információvá válik**. Az információ pedig újabb fizikai hiányt hozhat létre.

Létrejön egy visszacsatolási kör:

bizonytalanság

→ **készletezés**

→ **hiány**

→ **az üres polcok képei**

→ **nagyobb bizonytalanság**

→ **még több készletezés.**

A társadalmi rendszerekben az információ nem egyszerűen leírja a valóságot.

Megváltoztathatja.

Amikor a pénz bizalom

Talán sehol sem látható ez tisztábban, mint a pénzügyi rendszerben. A modern pénz, jelentős része nem bankjegy és érme. Szám egy adatbázisban. Mégis elfogadjuk munkánk ellenértékeként, mert bízunk abban, hogy holnap is elfogadják tőlünk. A bankok sem tartják minden ügyfelük teljes betétjét készpénzben egy pánccélteremben. Erre normális körülmények között nincs szükség, mert nem akarja minden ügyfél ugyanazon a napon felvenni minden pénzét.

De mi történik, ha hirtelen mindenki ezt akarja?

A bizalom elvesztése ekkor maga hozhatja létre azt a problémát, amelytől az emberek félnek.

A bankpánik ezért szinte tökéletes példája annak, hogy egy gazdasági rendszer működőképessége nem kizárólag a mérlegében szereplő számokon múlik, hanem azon is, hogy **mit gondolnak róla az emberek.**

Kétféle valóság

Egy modern társadalomban ezért egyszerre két rendszer működik.

Az egyik fizikai.

Erőművek, vezetékek, víztározók, raktárak, utak, vasutak, gyárak és adatközpontok.

A másik információs és pszichológiai.

Hírek.

Várakozások.

Pletykák.

Bizalom.

Félelem.

A kettő folyamatosan hat egymásra. Egy valódi ellátási zavar félelmet kelt.

A félelem megváltoztatja a fogyasztást.

A megváltozott fogyasztás súlyosbítja az ellátási zavart.

Az erősödő zavar újabb félelmet kelt.

Ettől kezdve már lehetetlen különválasztani: **mi volt a fizikai válság, és mi volt az emberek reakciója rá.**

A bizalom időt ad

Az előző fejezetekben láttuk, hogy a tartalék valójában gyakran időt jelent.

A bizalom is időt ad.

Ha az emberek elhiszik, hogy a vízellátást holnapra helyreállítják, valószínűleg nem indulnak egyszerre palackozott vizet vásárolni.

Ha elhiszik, hogy lesz üzemanyag, nem tankol mindenki azonnal.

Ha elhiszik, hogy a bank biztonságos, nem akarják egyszerre kivenni a pénzüket.

A bizalom így csökkenti a rendszer pillanatnyi terhelését.

A bizalom maga is tartalék.

Csak hogy különös tartalék. Nem lehet hordókba tölteni. Nem lehet raktárban tárolni. És ha egyszer elfogy, nem lehet egyszerűen teherautóval újat hozni.

Hogyan fogy el a bizalom?

Általában lassan épül fel és nagyon gyorsan képes eltűnni.

Évek megbízható működése szükséges ahhoz, hogy természetesnek tekintsük: a rendszer működik.

Néhány rosszul kezelt válság azonban elegendő lehet ahhoz, hogy ez megváltozzon.

Különösen veszélyes, ha az emberek azt érzik, hogy a hivatalos tájékoztatás nem őszinte.

A bizonytalanságot ugyanis sokszor könnyebben elfogadjuk, mint azt az érzést, hogy valamit eltitkolnak előlünk.

Egy hiteles intézmény mondhatja: „**Nem tudjuk még pontosan, mi történt.**”

Ez kellemetlen válasz. De sokszor bizalomépítőbb, mint egy magabiztos állítás, amelyről később kiderül, hogy nem volt igaz. A bizalomhoz tehát nem szükséges tévedhetetlenség.

Kiszámíthatóság, őszinteség és elszámoltathatóság kell hozzá.

AI a bizalom két oldalán

A mesterséges intelligencia itt különösen érdekes szerepbe kerül. Segíthet észlelni a pánik első jeleit. Figyelheti a fogyasztás szokatlan változásait, a logisztikai adatokat, az ellátási problémákat és az információ terjedését. Modelleket készíthet arról, hogyan változtatja meg egy hír az emberek viselkedését.

Segíthet a hatóságoknak abban is, hogy időben felismerjék: nem feltétlenül az áru fogy el először.

A bizalom fogy el.

De az AI maga is a probléma részévé válhat. Automatikusan létrehozott hamis hírek, manipulált képek és videók, meggyőzően megfogalmazott téves információk olyan sebességgel terjedhetnek, amellyel korábban nem kellett számolnunk.

És ha egy AI-rendszer maga ad magabiztos, de téves tájékoztatást, a probléma még különösebb. A technológia, amelynek segítenie kellene eligazodni az információs káoszban, maga is növelheti azt.

A bizalom nem kapcsolható vissza

Egy áramszünet után visszakapcsolhatjuk a hálózatot.

Egy eltört csövet megjavíthatunk.

Egy kiürült raktárt újra feltölthetünk.

A bizalommal nehezebb dolgunk van.

Ha az emberek egyszer nem hiszik el, hogy a bank biztonságos, hogy az ivóvíz tiszta, hogy a hatóság igazat mond, vagy hogy a hírek valódiak, nem létezik kapcsoló, amellyel az eredeti állapotot azonnal visszaállíthatnánk.

A bizalmat újra fel kell építeni.

Ezért talán a társadalom egyik legfontosabb stratégiai tartaléka nem olaj, gáz, élelmiszer vagy pénz.

Hanem **hitelesség**.

A láthatatlan infrastruktúra

Ha egy város fölött repülünk, láthatjuk az utakat, hidakat, vasutakat, erőműveket és víztározókat. Műholdról megfigyelhetjük a kikötőket és az elektromos hálózat egy részét. Van azonban egy infrastruktúra, amelyet semmilyen műholdfelvételen nem látunk. Mégis rajta fut a társadalom jelentős része. Az a meggyőződés, hogy a másik ember betartja a megállapodást.

Hogy a pénzünk holnap is ér valamit.

Hogy a boltba újra érkezik áru.

Hogy a csapból ismét víz folyik.

Hogy a rendszer hibái ellenére valaki dolgozik a helyreállításán.

A civilizáció kritikus infrastruktúrájához az emberi bizalom is hozzátartozik.

És talán ez a legsérülékenyebb infrastruktúránk. Mert egy transzformátor meghibásodását műszerekkel mérhetjük. A bizalom összeomlását azonban gyakran csak akkor vesszük észre, amikor az emberek már cselekedni kezdtek.

Sor áll a benzinkútnál.

Kiürül a polc.

Megindul a bankroham.

És ezzel a gépek, vezetékek és raktárak világából átlépünk egy még nehezebben kiszámítható rendszerbe.

Az emberbe.

IV. rész – A kiszámíthatatlan alkatrész: az ember

16. Amikor az egyéni racionalitásból kollektív irracionalitás lesz

Képzeljük el, hogy azt halljuk: néhány napon belül akadozhat az üzemanyag-ellátás. Az autónk tankja félig van. Mit teszünk?

Valószínűleg elmegyünk tankolni.

Ez teljesen racionális döntés. Nem pánikolunk, nem akarunk másokkal kiszúrní, egyszerűen előrelátóak vagyunk. Ha valóban ellátási zavar következik, jobb tele tankkal várni.

Csak hogy ugyanerre a következtetésre jut még néhány millió autós.

Másnap hosszú sorok állnak a benzinkutaknál. A kutak készlete gyorsabban fogy, mint máskor, ezért néhány helyen valóban elfogy az üzemanyag. Erről fényképek és videók jelennek meg a közösségi médiában. Azok is tankolni indulnak, akik előző nap még nem aggódtak. A sorok tovább nőnek, a tartályok még gyorsabban ürülnek. Végül bekövetkezik az, amitől mindenki félt. Csak hogy részben éppen azért következett be, mert mindenki megpróbálta elkerülni. Ez az összetett társadalmi rendszerek egyik legkülönösebb tulajdonsága: **millió racionális egyéni döntés kollektíven irracionális eredményt hozhat létre.**

Az ember nem kívül áll a rendszeren

Egy hagyományos műszaki modellben az alkatrészek viselkedése többé-kevésbé meghatározható. Ismerjük egy vezetékek terhelhetőségét, egy transzformátor teljesítményét, egy akkumulátor kapacitását vagy egy szerverközpont energiaigényét.

Az ember azonban egészen másfajta „alkatrész”.

Figyeli a rendszert. Értelmezi, amit lát. Beszél róla másokkal. Megpróbálja megjósolni, mi fog történni – majd ennek megfelelően megváltoztatja a saját viselkedését. És ezzel magát a rendszert is megváltoztatja.

Ha egy meteorológiai modell azt jelzi, hogy holnap esni fog, attól még nem kezd el esni. Ha azonban egy gazdasági modell azt jelzi, hogy egy bank bajba kerülhet, az emberek kivéhetik a pénzüket – és ezzel valóban bajba sodorhatják a bankot.

A társadalmi előrejelzés tehát különös helyzetben van: **maga az előrejelzés is a rendszer részévé válhat.**

A többiek döntéséről is döntünk

A probléma még bonyolultabb, mert az ember nem csupán a külső körülményekre reagál. Arra is reagál, hogy szerinte **mások hogyan fognak reagálni**.

Lehet, hogy én nem tartok az üzemanyaghíánytól. De arra gondolok:

„Ha mindenki más megijed, holnapra elfogyhat a benzin. Akkor jobb, ha még ma megtankolok.”

Vagyis nem a hiány miatt állok sorba, hanem azért, mert arra számítok, hogy mások a hiánytól félve sorba fognak állni. A többiek pedig pontosan ugyanezt gondolhatják rólam. Ezzel létrejön egy visszacsatolási hurok:

információ → várakozás → cselekvés → megváltozott valóság → új információ → újabb cselekvés.

Ez a kör rendkívül gyorsan fel tud erősödni.

A hálózatok felgyorsították a reakciót

Régen egy helyi áruhiány híre lassan terjedt. Az emberek beszéltek róla a munkahelyen, a boltban vagy a szomszéddal. Ma néhány perc alatt milliók láthatnak egy fényképet egy üres polcról. És itt különösen érdekes az információ szerepe.

A fénykép lehet teljesen valódi. Nem kell hozzá álhír.

Elég egyetlen valóban üres polc, egyetlen hosszú benzinkúti sor vagy egyetlen túlterhelt sürgősségi osztály képe. A kép terjedni kezd, az emberek reagálnak rá, és reakcióikkal másutt is létrehozhatják ugyanazt az állapotot.

Az információ tehát nem egyszerűen **leírja** a valóságot. Bizonyos helyzetekben **alakítja is**. Az üres polc híre újabb üres polcokat teremthet.

A rendszer szempontjából mégis irracionális

Az egyén szempontjából a készletezés logikus lehet. Ha attól tartok, hogy egy hétig nem lesz élelmiszer, érdemes két hétre elegendőt vennem.

Ha azonban tízmillió ember ugyanezt teszi, az ellátási rendszer olyan keresleti csúccsal találkozódik, amelyre nincs felkészülve. Nem feltétlenül azért, mert kevés az áru, hanem azért, mert az áru **rossz időben, rossz helyre kerül**.

A háztartások kamráiban hetekre vagy hónapokra elegendő készlet halmozódhat fel, miközben az üzletek polcai kiürülnek. A társadalom teljes készlete akár elegendő is lehet – csak éppen a rendszer már nem képes megfelelően elosztani. Ez fontos különbség.

A hiány és az elosztási zavar nem ugyanaz.

Mégis nagyon hasonlóan néznek ki annak számára, aki az üres polc előtt áll.

A legveszélyesebb alkatrész

Amikor kritikus infrastruktúrák sérülékenységét vizsgáljuk, hajlamosak vagyunk vezetékekben, transzformátorokban, szerverekben, hidakban, raktárakban és kommunikációs hálózatokban gondolkodni. Pedig van a rendszernek egy másik eleme is.

Az ember.

Nyolcmillió, nyolcvanmillió vagy nyolcmilliárd ember, akik nem egymástól függetlenül döntenek. Figyelik egymást, utánozzák egymást, félnek egymás reakcióitól, híreket továbbítanak, pletykákat terjesztenek, együttműködnek, versengenek – és közben folyamatosan módosítják azt a rendszert, amelyhez alkalmazkodni próbálnak.

Ezért egy jövőbeli válság modellezéséhez már nem elegendő azt megkérdezni:

Mi romolhat el?

Azt is meg kell kérdeznünk: **Mit fognak tenni az emberek, amikor megtudják, hogy valami elromlott?**

Sőt még egy lépéssel tovább kell mennünk: **Mit fognak tenni az emberek, amikor látják, hogy más emberek mit tesznek?**

Itt válik a probléma igazán nehézé. Mert egy transzformátor nem olvassa a híreket. Egy vízvezeték nem nézi a közösségi médiát. Egy szerver nem rohan bevásárolni azért, mert azt hallotta, hogy más szerverek már bevásároltak.

Az ember igen.

És éppen ezért a modern infrastruktúra talán legkiszámíthatatlanabb alkatrésze nem valamelyik gép, **hanem mi magunk.**

Hogyan lesz az egyéni racionalitásból kollektív irracionalitás?

Egy visszacsatolási kör, amely felerősítheti a válságot.



17. Az üres benzinkút

Tegyük fel, hogy hétfő reggel megjelenik egy rövid hír: „**Átmeneti fennakadások lehetnek az üzemanyag-ellátásban.**”

Nem történt katasztrófa. Nem álltak le a finomítók, nem ürültek ki az ország tartályai. Egy logisztikai probléma, sztrájk, csővezetékhiba, informatikai üzemzavar vagy néhány napos importkiesés miatt egyszerűen bizonytalanabbá vált az ellátás.

A szakemberek szerint nincs ok pánikra. És valószínűleg igazuk van.

Hétfő, 8:00 – még nincs hiány

Az első autós meghallja a hírt a rádióban. A tankja félig van.

„Úgyis tankolnom kellene valamelyik nap. Inkább megteszem most.”

Teljesen ésszerű döntés. A második autós ugyanezt gondolja. A harmadik is. Néhány vállalkozó feltölti a céges autókat. Aki otthon aggregátort használhat, vesz néhány kanna benzint. A gazda megtölti a traktor tartályát. Senki nem viselkedik őrülten. Csak mindenki egy kicsit előrébb hozza a következő vásárlását.

10:00 – megjelenik a sor

A benzinkutaknál a szokásosnál kétszer-háromszor nagyobb a forgalom.

Valaki lefényképezi az egyik sort: „**Mi történik? Már húsz autó áll előttem!**”

A kép felkerül a közösségi médiába. Mások is megosztják. Ettől kezdve már nemcsak azok indulnak tankolni, akik hallották az eredeti hírt. Azok is, akik a benzinkútnál álló sort látják.

A sor maga válik információvá.

12:00 – megjelenik az első üres kút

Egy átlagos benzinkutat nem arra terveztek, hogy néhány óra alatt kiszolgálja több nap szokásos forgalmát.

Az egyik kútnál elfogy a dízel. Kikerül a tábla: **NINCS GÁZOLAJ**

Valaki lefényképezi. A kép néhány perc alatt sokkal messzebbre jut, mint az eredeti hír az átmeneti ellátási zavarról. És van egy lényeges különbség.

Az első hír csak azt mondta, hogy **lehet hiány**.

A fénykép már azt mutatja, hogy **van hiány**.

Ez igaz. Csakhogy nem feltétlenül azért van hiány, amiért az emberek gondolják.

14:00 – a rendszer önmagát kezdi gerjeszteni

Most már azok is tankolni indulnak, akik reggel még legyintettek.

„Ha így folytatják, estére tényleg nem lesz benzin.”

Megint teljesen logikus következtetés.

Csakhogy éppen ez a gondolat gyorsítja tovább a fogyást. Az üzemanyag-szállító tartálykocsik elindulnak a kiürült kutakhoz. De véges számú tartálykocsi, sofőr és töltőállomás áll rendelkezésre. Egy normálisan működő logisztikai hálózat hirtelen többszörös terhelést kap. Egyre több benzinkút ürül ki gyorsabban, mint ahogy újra lehetne tölteni. A kezdeti kis zavar mellé létrejön egy sokkal nagyobb: **a kereslet zavara**.

18:00 – megváltozik az emberi viselkedés

A sorok egyre hosszabbak. Az emberek már nemcsak a saját tankjukat töltik meg. Megjelennek a kannák is. Ha valaki azt látja, hogy az előtte álló húsz liter tartalékot is visz magával, könnyen arra gondol: „Talán nekem is kellene.”

A húsz literből negyven lesz.

A negyvenből száz.

Megjelenhetnek a vásárlási korlátozások. Egyes kutaknál már csak meghatározott mennyiséget lehet tankolni. A korlátozás célja a helyzet megnyugtatója. De az ember ezt másképp is értelmezheti: „**Ha már korlátozni kell, akkor tényleg nagy baj lehet.**”

A válságkezelő intézkedés így újabb információvá válik – amely újabb viselkedési reakciót válthat ki.

Kedd reggel – most már valóban hiány van

Az országban összességében talán még mindig rengeteg üzemanyag található. Csakhogy nem ott van, ahol szükség lenne rá. Egy része finomítói tartályokban, más része nagykereskedelmi tárolókban, tartálykocsikban vagy a benzinkutak föld alatti tartályaiban van.

És hirtelen szokatlanul nagy mennyiség került egy újfajta tárolóhelyre is: **az autók üzemanyagtartályaiba és az emberek kannáiba.**

A benzin nem tűnt el. Csak áthelyeződött.

A rendszer normális működéséhez azonban nemcsak megfelelő mennyiségű üzemanyagra van szükség. Arra is szükség van, hogy az megfelelő helyen és megfelelő időben legyen.

Amikor a benzinkút kiürítése más rendszereket is elér

A történet azonban itt válik igazán veszélyessé. Az üzemanyag nem egyszerű fogyasztási cikk. Üzemanyag kell a mentőautókhoz, rendőrségi járművekhez, tűzoltókhoz, áruszállításhoz, mezőgazdasági gépekhez, építőipari gépekhez és bizonyos tartalék áramforrásokhoz.

Ha a benzinkutak ellátási zavara elég hosszú ideig tart, az eredetileg helyi probléma más hálózatokra is áttérjedhet.

Kevesebb teherautó indul el.

Késnek az áruszállítások.

Az üzletekben bizonyos termékekből hiány keletkezik.

Az emberek ezt látva újabb készletezésbe kezdhetnek.

A benzinkútnál kezdődő sor így néhány lépéssel később akár az élelmiszerbolt polcainál is folytatódhat. Egy hálózat zavara áttérjed egy másik hálózatra.

A furcsa megoldás: semmit sem tenni

És most jön a történet legkellemetlenebb része. Az egyén számára az a biztonságos döntés, hogy időben megtankol. A rendszer számára viszont az lenne a legjobb, ha **az emberek többsége semmit sem változtatna a viselkedésén.**

Csakhogya ezt egyetlen ember sem tudja garantálni. Ha én nem tankolok, miközben mindenki más igen, lehet, hogy holnap én maradok üzemanyag nélkül. Ezért akkor is érdemes lehet tankolnom, ha pontosan értem, hogy a tömeges tankolás okozza a problémát.

Itt ütközik össze az egyéni és a kollektív racionalitás.

A bizalom mint láthatatlan tartalék

Van azonban az üzemanyagtartályoknál is fontosabb készlet.

A bizalom.

Ha az emberek elhiszik, hogy az ellátás működni fog, nincs okuk egyszerre tankolni.

Ha elhiszik, hogy holnap is lesz benzin, nem kell ma két hétre elegendőt vásárolniuk.

A rendszer ezért bizonyos értelemben addig stabil, amíg az emberek bíznak benne. Amikor ez a bizalom eltűnik, a fizikai készletek önmagukban már nem feltétlenül elegendők a stabilitáshoz. És ez nemcsak a benzinkutakra igaz.

Igaz lehet az élelmiszer-ellátásra, a bankokra, az elektromos hálózatra, az egészségügyre és számos más infrastruktúrára is.

A modern társadalmak működését ezért nem csupán vezetékek, raktárak, erőművek és számítógépek tartják fenn.

Van még valami, amit egyetlen műszaki rajzon sem látunk: **az emberek közös várakozása arról, hogy a rendszer holnap is működni fog.**

Amíg ebben hiszünk, gyakran valóban működik.

Ha elegenden kezdünk egyszerre kételkedni benne, a félelmünk maga is hozzájárulhat ahhoz, hogy ne működjön.

18. Az üres polc, fertőző

2020 tavaszán különös látvány fogadta a vásárlókat a világ számos országának üzleteiben.

Üres polcok.

Egyes helyeken eltűnt a liszt, az élesztő, a tészta, a rizs, a konzerv, a fertőtlenítőszer – és szinte jelképpé vált a vécépapír hiánya. Pedig a világ nem felejtette el egyik napról a másikra, hogyan kell vécépapírt gyártani. Nem álltak le egyszerre a papírgyárak. Nem fogyott el a cellulóz. Nem következett be olyan természeti katasztrófa, amely megsemmisítette volna a világ készleteit. Mégis üresek voltak a polcok.

Mi történt?

A félelem megelőzte a hiányt

A járvány kezdetén senki sem tudta pontosan, mi következik.

Bezárják-e az üzleteket?

Leáll-e a közlekedés?

Lesznek-e kijárási korlátozások?

Működni fog-e az áruszállítás?

Mennyi ideig tart az egész?

Ebben a helyzetben teljesen ésszerű döntésnek tűnt néhány nappal vagy héttel több élelmiszert tartani otthon. Ha valaki normálisan egy csomag tésztát vásárolt, most vett négyet. Ha egy kilogramm lisztet szokott venni, most hazavitt ötöt. Egyetlen vásárló sem ürítette volna ki ettől az üzletet. Csakhogy egyszerre több millió ember gondolta ugyanezt.

Az ellátási rendszer pedig nem erre volt méretezve.

A polc nem raktár

Egy modern üzletben meglepően kevés áru található ahhoz képest, amennyit egy hét vagy egy hónap alatt eladnak. Ennek oka éppen a rendszer hatékonysága.

Nincs szükség arra, hogy minden üzlet mögött hatalmas raktár álljon. Az informatikai rendszerek követik a fogyást, az elosztó központok folyamatosan küldik az utánpótlást, a teherautók pedig újra és újra feltöltik az üzleteket.

Normális körülmények között ez kiválóan működik.

De ha egy termékből egyik napról a másikra a szokásos mennyiség többszörösét akarják megvásárolni, a rendszer nem tud azonnal alkalmazkodni. Nem feltétlenül az áru fogyott el.

A rendszer sebessége bizonyult kevésnek.

Az üres polc maga is üzenet

Képzeljünk el valakit, aki munka után bemegy egy üzletbe. Nem akar készletezni. Nem pánikol. Csak tejet és kenyeret szeretne venni. Aztán meglátja az üres lisztespolcot. Megáll.

„Miért nincs liszt?”

A következő sorban alig maradt tészta. A vécépapírból pedig egyetlen csomag sincs. Ekkor megváltozik a helyzet. Az ember már nem egy újságcikket olvas. Nem egy szakértő véleményét hallgatja.

Saját szemével látja a hiányt.

Ha a következő üzletben még talál három csomag tésztát, könnyen lehet, hogy mindhármat megveszi. Pedig egy órával korábban még eszébe sem jutott készletezni. Az üres polc megváltoztatta a viselkedését.

És ekkor az üres polc fertőzővé válik

Valaki lefényképezi. Feltölti az internetre.

„Nálunk már semmi nincs!”

A kép száz, ezer, százezer emberhez jut el. Ők még nem láttak üres polcot a saját üzletükben. De másnap reggel elindulnak vásárolni. És estére náluk is üres lesz a polc.

Azt is lefényképezik.

A folyamat továbbterjed.

Különös járvány alakul ki.

Nem vírus terjed emberről emberre, hanem **egy viselkedési minta**.

Az egyik ember vásárlása megváltoztatja a másik ember döntését. Az így kialakuló hiány pedig igazolja az eredeti félelmet.

Félelem → vásárlás → üres polc → információ → még nagyobb félelem → még több vásárlás.

A visszacsatolási kör bezárult.

De miért éppen a vécépapír?

A 2020-as pánikvásárlás egyik legfurcsább jelensége a vécépapír felhalmozása volt. Első pillantásra nehéz megérteni. Egy légúti járványban aligha ez a túlélés legfontosabb eszköze.

Mégis van benne logika.

Nagy térfogatú termék, ezért az üzletek viszonylag kevés csomagot tudnak egyszerre a polcon tartani. Már mérsékelt keresletnövekedés is látványosan kiürítheti a helyét.

Az üres vécépapírpalc pedig különösen feltűnő. A látvány újabb vásárlókat ösztönöz készletezésre. Így egy kezdetben talán véletlenszerű keresletnövekedés önmagát erősítő folyamattá válhat. Az ember pedig nem feltétlenül azért vesz tíz csomagot, mert tíz csomagra van szüksége, hanem azért, mert látja, hogy **mások is viszik**.

A készletezés áthelyezi a raktárt

Itt ugyanaz történik, mint a benzinkútnál. Az áru jelentős része nem tűnik el. Csak helyet változtat. A kereskedelmi raktárból és az üzlet polcáról átkerül a lakások kamráiba, pincéibe és szekrényeibe.

Társadalmi szinten tehát furcsa helyzet állhat elő: **rengeteg áru van – és közben áruhiány van.**

Az egyik családnak fél évre elegendő készlete van valamiből, a másik pedig egyetlen darabot sem tud vásárolni. Az egyéni biztonsági tartalék kollektív szinten elosztási problémává válik.

A hatékonyságnak ára van

A modern gazdaság hosszú ideig arra törekedett, hogy minél kevesebb fölösleges készletet tartson.

A raktár pénzbe kerül.

A raktározott áru lekötött tőke.

Az élelmiszer megromolhat, a műszaki termék elavulhat.

Ezért alakultak ki a pontosan időzített, gyors utánpótlásra épülő rendszerek.

Normális körülmények között ez rendkívül hatékony.

Válságban azonban kiderülhet, hogy a fölöslegesnek látszó tartalék valójában **rugalmasság**.

Itt újra találkozunk azzal az ellentmondással, amely a modern infrastruktúrák egész történetén végighúzódik: **ami hatékonyabbá teszi a rendszert, nem feltétlenül teszi ellenállóbbá is.**

A korlátozás paradoxona

Az üzletek természetesen reagálnak. „Vásárlónként legfeljebb két csomag.”

Ez segíthet megakadályozni a felhalmozást. De közben új üzenetet is küld. Ha korlátozzák a vásárolható mennyiséget, akkor biztosan kevés van belőle.

A szabály tehát egyszerre lehet **megoldás és információ**.

Ugyanez igaz a politikusok és hatóságok kommunikációjára is.

Ha azt mondják: **„Nincs ok pánikra!”**

az emberben könnyen felmerül: *Miért mondják, hogy nincs ok pánikra? Talán mégis van?*

Válsághelyzetben ezért nemcsak az számít, hogy milyen információt közlünk.

Az is számít, hogyan fogják az emberek értelmezni – és mit tesznek majd ennek hatására.

Nemcsak az álhír veszélyes

Az információs társadalom problémáiról beszélve gyakran az álhírekre koncentrálnak. Pedig az üres polc története valami ennél kellemetlenebbet mutat.

Az információ lehet teljesen igaz.

Valóban üres volt a polc.

Valóban elfogyott a vécépapír.

Valóban hosszú sor állt az üzlet előtt.

A probléma nem feltétlenül az információ hamissága.

Hanem az, hogy **az igaz információ is megváltoztatja annak a rendszernek a viselkedését, amelyről tudósít.**

Ez pedig a jövő válságainak modellezése szempontjából rendkívül fontos. Nem elég megjósolnunk, hogyan terjed egy járvány, hogyan sérülhet meg egy ellátási lánc vagy miként alakul az energiatermelés. Azt is meg kell próbálnunk előre jelezni, hogyan terjed **az ezekről szóló információ**. Mert 2020-ban nem egyetlen járvány söpört végig a világon.

Terjedt egy vírus.

Terjedtek a róla szóló hírek.

Terjedt a félelem.

És terjedtek az egymást utánzó emberi reakciók.

Ezek pedig folyamatosan hatottak egymásra.

A következő nagy járvány modellezésénél ezért talán már nem lesz elegendő egyetlen járványgörbét rajzolnunk.

Egyszerre többet kell majd.

19. Két járvány egyszerre

Egy új járvány kitörésekor az első kérdések szinte mindig ugyanazok.

Milyen gyorsan terjed a kórokozó?

Mennyi a lappangási idő?

Hány embert fertőz meg egy beteg?

Mekkora a halálozás?

Mennyi idő alatt alakul ki immunitás?

Ezekből az adatokból járványmodelleket lehet készíteni. Megbecsülhetjük, mikor tetőzik a fertőzés, hány kórházi ágyra lesz szükség, milyen hatása lehet az oltásnak vagy a kontaktusok csökkentésének. Csakhogy van egy probléma.

Az emberek tudják, hogy járvány van.

És ettől megváltoztatják a viselkedésüket.

A vírus nem egy üres pályán terjed

Tegyük fel, hogy egy új vírus jelenik meg. Ha az emberek semmit sem tudnának róla, a fertőzés a társadalom megszokott kapcsolati hálózatán terjedne. Munkába járnánk, utaznánk, étterembe mennénk, találkozónánk a barátainkkal. De amint híre megy a járványnak, a hálózat megváltozik.

Valaki otthon marad.

Más maszkot vesz fel.

A harmadik lemondja az utazását.

Egy vállalat távmunkát rendel el.

Egy iskola bezár.

A kormány korlátozza a rendezvényeket.

A vírus tehát már nem ugyanabban a társadalomban terjed, amelyben a járvány kezdetén megjelent.

A járvány híre megváltoztatja azt a hálózatot, amelyen maga a járvány terjed.

Ez alapvető különbség például egy időjárési rendszer modellezéséhez képest. A hurrikán nem változtat irányt attól, hogy az emberek értesültek róla. Egy járvány terjedése viszont igenis megváltozhat attól, hogy tudunk róla.

A második járvány

Miközben a vírus emberről emberre terjed, egy másik folyamat is elindul. Terjed az információ.

Az első fertőzött.

Az első haláleset.

Az első lezárt város.

Az első túlterhelt kórház.

Egy orvos nyilatkozata.

Egy politikus sajtótájékoztatója.

Egy fénykép.

Egy videó.

Egy pletyka.

Egy álhír.

Ezek terjedési sebessége egészen más lehet, mint a vírusé. Egy vírusnak órákra vagy napokra van szüksége ahhoz, hogy egyik emberről a másikra jusson és újabb fertőzést hozzon létre. Egy információ másodpercek alatt körbejárhatja a bolygót. Mire az első beteg megfertőz tíz másik embert, a róla szóló hír akár százmillió emberhez is eljuthat. Ezért egy modern világjárványban legalább két járvány zajlik egyszerre: **a biológiai és az információs.**

Csak hogy a történet itt még nem ér véget.

A harmadik járvány: a félelem

Az információ nem marad pusztán információ. Ézelmi reakciót vált ki.

Az egyik ember megijed.

A másik legyint.

A harmadik dühös lesz.

A negyedik összeesküvést sejt.

Az ötödik azonnal védekezni kezd.

A félelem ráadásul ugyanúgy társas jelenség lehet, mint maga az információ. Ha körülöttünk mindenki nyugodt, hajlamosak vagyunk mi is nyugodtabbak maradni.

Ha azonban azt látjuk, hogy maszkokat vásárolnak, élelmiszert halmoznak fel, járatokat mondanak le és gyerekeket vesznek ki az iskolából, akkor is veszélyesebbnek érezhetjük a helyzetet, ha magáról a vírusról semmilyen új adatot nem kaptunk.

Mások félelme információ számunkra.

A félelem tehát szintén terjedhet a társadalmi hálózaton.

A negyedik járvány: a viselkedés

A félelem végül cselekvéssé válik.

Otthon maradunk.

Maszkot vásárolunk.

Gyógyszert keresünk.

Élelmiszert halmozunk fel.

Nem ülünk repülőre.

Nem megyünk étterembe.

Elvisszük a gyereket az iskolából.

Vagy éppen ellenkezőleg: nem tartjuk be a korlátozásokat. Ezek a döntések pedig visszahatnak a járványra.

Ha kevesebbet találkozunk, csökkenhet a fertőzés terjedése.

Ha tömegek rohannak ugyanabba az üzletbe bevásárolni, akár növekedhet is.

Ha túl sokan keresik fel egyszerre az egészségügyi intézményeket, túlterhelődhet az ellátórendszer.

Ha az emberek elveszítik a bizalmukat az egészségügyi ajánlásokban, romolhat a védekezés hatékonysága.

A viselkedés tehát már nem következménye a járványnak. **Része a járványnak.**

Négy görbe, amelyek egymást rajzolják

Egy következő világjárvány modellezésekor ezért valójában legalább négy egymással összekapcsolódó folyamatot kellene követnünk:

1. A fertőzés terjedését.

Ki kit fertőz meg, milyen gyorsan, milyen valószínűséggel?

2. Az információ terjedését.

Ki mit tud a járványról, honnan szerzi az információt, és kinek adja tovább?

3. A félelem és a kockázatterzet terjedését.

Mennyire tartják veszélyesnek az emberek a helyzetet?

4. A viselkedés változását.

Mit tesznek ennek hatására? A nehézség azonban nem az, hogy négy különböző görbét kell kiszámítani, hanem az, hogy **mindegyik görbe módosítja a másik hármat.**

Több fertőzött → több hír.

Több hír → nagyobb félelem.

Nagyobb félelem → megváltozott viselkedés.

Megváltozott viselkedés → megváltozott fertőzési sebesség.

Az új fertőzési adatok → újabb hírek.

És kezdődik előlről. Ez már nem egyszerű lánc. Ez visszacsatolt rendszer.

És ha a félelem túl jól működik?

Itt jelenik meg egy különös paradoxon. Tegyük fel, hogy a szakértők súlyos járványt jeleznek előre. A társadalom komolyan veszi a figyelmeztetést. Az emberek csökkentik a találkozásokat, a veszélyeztetettek óvatosabbak lesznek, az intézmények felkészülnek.

A járvány végül sokkal enyhébb lesz a vártnál.

Ekkor könnyen megszületik a következtetés: „Lám, a szakértők megint tévedtek.”

Pedig lehet, hogy éppen azért nem következett be a jósolt katasztrófa, **mert az előrejelzés hatására megváltoztattuk a viselkedésünket.**

A sikeres előrejelzés bizonyos esetekben saját magát teszi látszólag tévessé.

Ez a társadalmi rendszerek modellezésének egyik legfurcsább problémája.

És ha már nem hiszünk az előrejelzésnek?

A fordított helyzet még veszélyesebb. Ha korábbi figyelmeztetések túlzónak bizonyultak, vagy annak tűntek, egy következő járványban az emberek kevésbé bízhatnak a hatóságokban.

„Ezt már hallottuk.”

„Megint riogatnak.”

„A múltkor sem lett akkora baj.”

A bizalom tehát maga is változóvá válik. Egy járvány lefolyását nemcsak a vírus biológiai tulajdonságai határozhatják meg, hanem az is, hogy az emberek mennyire hisznek az orvosoknak, a tudósoknak, a kormánynak, a médiának – és egymásnak.

A korábbi válságok emléke így beleépülhet a következő válság dinamikájába.

Az AI új feladata

Itt nyílhat meg egy egészen új terület a mesterséges intelligencia előtt. A hagyományos járványmodell elsősorban a kórokozót követi. Egy összetettebb rendszernek azonban egyszerre kellene figyelnie a fertőzési adatokat, a mobilitást, az egészségügyi rendszer terhelését, a vásárlási szokásokat, a közlekedést, a hírek terjedését és a társadalmi reakciókat. Nem azért, hogy megjósolja, mit fog tenni egy konkrét ember, hanem azért, hogy felismerje a kialakuló **kollektív mintázatokat**. Lehet, hogy a következő járvány egyik legfontosabb korai

jelzője nem egy laboratóriumi adat lesz, hanem az, hogy emberek milliói egyszerre kezdenek másképpen viselkedni.

A modell belép a saját modelljébe

És itt következik az utolsó csavar. Tegyük fel, hogy egy AI azt jelzi: **„Három nap múlva pánikvásárlás várható.”**

A hatóság nyilvánosságra hozza az előrejelzést. Mit tesznek az emberek? Lehet, hogy megnyugszanak, mert látják, hogy a kormány felkészült. De az is lehet, hogy azt gondolják: „Ha három nap múlva mindenki vásárolni fog, én inkább elmegyek ma.”

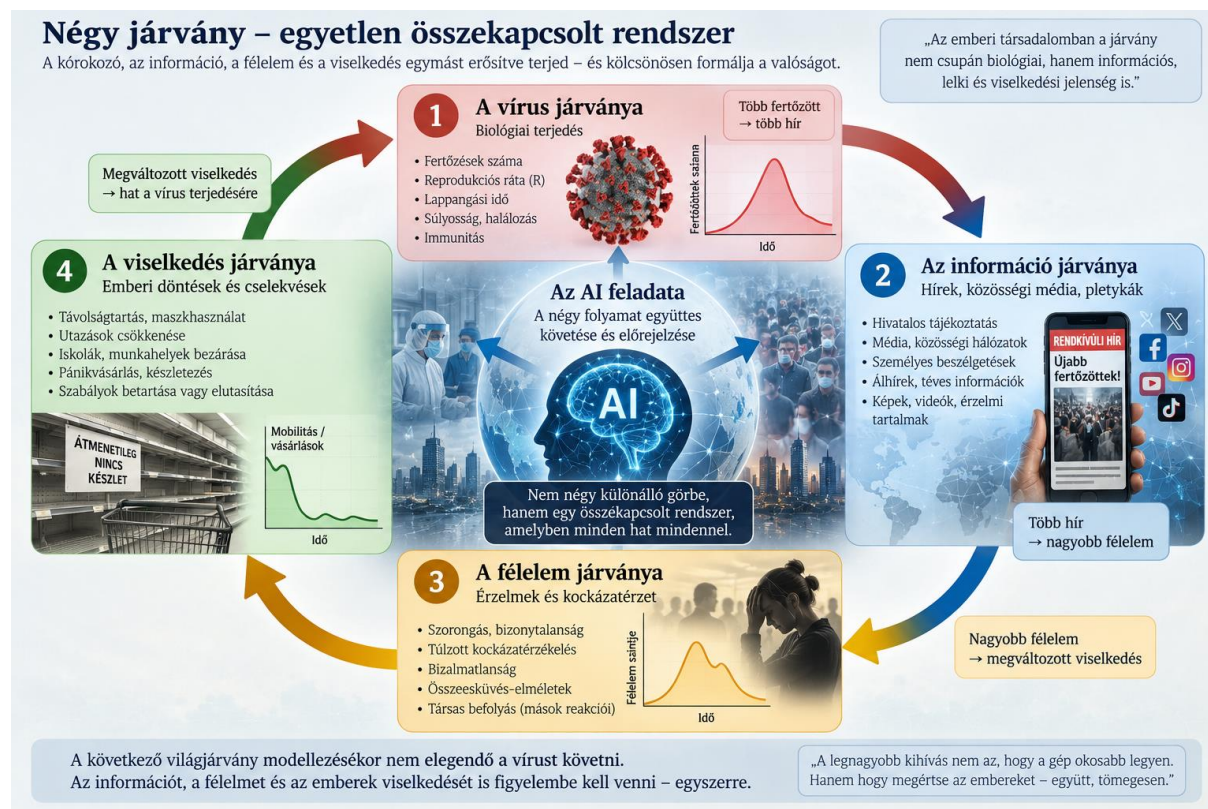
És ezzel az AI által három nappal későbbre jósolt pánikvásárlás azonnal elkezdődik. Az előrejelzés megváltoztatta azt, amit előre akart jelezni. Ettől válik az emberi társadalom modellezése egészen más feladattá, mint egy gép, egy villamos hálózat vagy akár az időjárás modellezése. A rendszer egyik alkatrésze ugyanis képes elolvasni a róla készült előrejelzést.

Ez az alkatrész az ember.

És több milliárd van belőle.

A következő kérdés tehát már nem az, hogy képesek vagyunk-e modellezni egy vírust.

Hanem az: **képesek vagyunk-e egyszerre modellezni a vírust, az információt, a félelmet és több millió ember egymásra reagáló döntéseit?**



20. Amikor kiallszanak a fények

1977 július 13-án este New Yorkban vihar volt. Villámcsapások érték az elektromos hálózatot. A meghibásodások egymás után terjedtek tovább, és végül bekövetkezett az, amitől minden villamosenergia-rendszer üzemeltetője tart.

A hálózat összeomlott.

New York nagy része sötétségbe borult.

Önmagában ez műszaki esemény volt.

Vezetékek, védelmi rendszerek, erőművek és alállomások problémája.

Csak hogy néhány órán belül már régen nem csupán az elektromos hálózatról szólt a történet.

Amikor eltűnik valami, amit észre sem veszünk

A villamos energia különös infrastruktúra. Amíg működik, szinte láthatatlan.

Felkapcsoljuk a lámpát.

Elindul a lift.

Működik a közlekedési lámpa.

Hűt a hűtőszekrény.

Üzemel a szivattyú.

Világít az üzlet.

Működik a telefonközpont.

A modern városban szinte minden rendszer mögött ott találjuk az elektromosságot. Ezért amikor az áram eltűnik, nem egyszerűen a világítás szűnik meg.

Egyszerre rengeteg más rendszer működése is megváltozik.

És velük együtt az emberek viselkedése.

New York, 1977

A város ekkor nehéz időszakát élte. Gazdasági problémák, munkanélküliség, magas bűnözés és társadalmi feszültségek terhelték. A nyári hőség sem javított a helyzeten.

És akkor kialudtak a fények.

A sötétséget számos városrészben fosztogatás, vandalizmus és gyújtogatás követte. Üzleteket törtek fel, árukat vittek el, tüzek keletkeztek, és a rendőrségnek ezrével kellett embereket őrizetbe vennie. A villamosenergia-hálózat meghibásodása társadalmi eseménnyé változott.

De vajon az áramszünet okozta mindezt?

Egy másik New York, egy másik sötétség

A kérdés azért különösen érdekes, mert New Yorknak volt összehasonlítási alapja. 1965 novemberében egy hatalmas északkelet-amerikai áramszünet New Yorkot is sötétbe borította.

A metrók megálltak.

Emberek rekedtek liftekben.

A közlekedés megbénult.

Mégsem következett be az 1977-eshez hasonló társadalmi zavar. Sőt sok helyen éppen az ellenkezője történt. Idegenek segítettek egymásnak. Emberek irányították a forgalmat a működésképtelen lámpáknál. A város meglepően nyugodt maradt.

Ugyanaz a város.

Ugyanaz az alapvető műszaki esemény.

Sötétség.

Mégis egészen más társadalmi eredmény.

2003: még egy kísérlet

Majdnem négy évtizeddel az első nagy áramszünet után, 2003 augusztusában ismét hatalmas hálózati összeomlás érte az Egyesült Államok északkeleti részét és Kanada egy részét.

New York újra sötétbe borult.

A metró megállt. Emberek tömegei indultak gyalog hazafelé. A közlekedés kaotikussá vált.

Mégsem ismétlődött meg 1977.

A beszámolók szerint kevés fosztogatás történt, emberek segítettek egymásnak, és önkéntesek álltak ki forgalmat irányítani. Mintha ugyanazt a kísérletet háromszor végeztük volna el.

1965 – áramszünet, viszonylagos nyugalom.

1977 – áramszünet, súlyos társadalmi zavar.

2003 – áramszünet, viszonylagos nyugalom.

Ha kizárólag a műszaki hibát vizsgáljuk, ezt nehéz megmagyarázni.

Ha az embert is a rendszer részének tekintjük, már érthetőbbé válik.

A műszaki hiba csak a gyufa

Az 1977-es esemény egyik legfontosabb tanulsága éppen az lehet, hogy egy infrastruktúra meghibásodásának következményét nem kizárólag a hiba nagysága határozza meg.

Számít az is, milyen társadalmi környezetet talál el.

Mekkora a társadalmi feszültség?

Mennyire bíznak az emberek az intézményekben?

Mekkora a szegénység?

Milyen a közbiztonság?

Mennyire érzik igazságosnak a fennálló rendszert?

Milyen gyorsan képes reagálni a rendőrség, a tűzoltóság és a katasztrófavédelem?

És talán a legfontosabb: **mit várnak az emberek egymástól?**

Ha arra számítunk, hogy a többiek együttműködnek, mi is könnyebben együttműködünk.

Ha arra számítunk, hogy mindenki csak saját magát menti, mi is hamarabb kezdünk ugyanígy viselkedni.

A társadalmi bizalom ezért ugyanúgy lehet egy város tartaléka, mint az üzemanyag, az ivóvíz vagy a tartalék generátor. Csak ezt nem lehet hordókban tárolni.

A sötétség nem mindenkinek ugyanaz

Van még egy fontos különbség. Egy többórás áramszünet az egyik ember számára kellemetlenség.

Gyertyát gyújt, előveszi az elemlámpát, és vár.

Másnak viszont veszély.

Nem működik a lift, ezért nem tudja elhagyni a lakását.

Leáll egy egészségügyi eszköz.

Nem működik a légkondicionálás a hőségben.

Megromolhat az élelmiszer.

Nem lehet bankkártyával fizetni.

Elfogyhat a készpénz.

Leállhat a benzinkút szivattyúja.

Akadozhat a vízellátás.

Egy infrastruktúra kiesése ezért nem egyformán terheli a társadalom minden tagját. Minél tovább tart, annál nagyobbak lesznek ezek a különbségek.

Az idő mindent megváltoztat

Egy ötperces áramszünet bosszúság.

Egy egyórás már komoly zavar.

Egy egynapos áramszünet válság.

Egy többnapos áramszünet pedig egészen más társadalmi állapotot hozhat létre.

Eleinte várunk.

Aztán telefonálunk.

Utána információt keresünk.

Később élelmiszert, vizet, üzemanyagot, elemet és készpénzt próbálunk szerezni.

Ha pedig nem tudjuk, mikor áll helyre a szolgáltatás, egyre kevésbé a jelenlegi helyzetre reagálunk. Arra kezdünk reagálni, **amitől a következő napokban félünk**. Ezzel pedig visszatérünk az üres benzinkúthoz és az üres polchoz.

Ma még bonyolultabb lenne

1977-ben nem volt internet.

Nem volt mobiltelefon.

Nem volt közösségi média.

Nem volt online bankolás.

Nem működött digitálisan szinte minden kereskedelmi és logisztikai folyamat.

A mai város sok szempontból felkészültebb: vannak tartalék áramforrások, fejlettebb hálózati védelmek, katasztrófavédelmi tervek és sokkal jobb kommunikációs lehetőségek. Ugyanakkor sokkal mélyebben függünk az elektromosságtól és az informatikától. És megjelent egy új tényező is.

A valós idejű tömegkommunikáció.

Egy üres benzinkút, egy kifosztott üzlet vagy egy működésképtelen kórház képe percek alatt milliókhoz juthat el. Egy helyi probléma ezért pszichológiailag országos problémává válhat, még mielőtt fizikailag azzá válna.

Hol történik tehát a katasztrófa?

Első pillantásra egyszerű a válasz. Az elektromos hálózatban. De az 1977-es New York-i áramszünet ennél fontosabb kérdést hagyott ránk.

Mi történik akkor, amikor a műszaki rendszer meghibásodása találkozik egy már eleve feszült társadalmi rendszerrel? Talán úgy képzelhetjük el, mint két hálózat találkozását.

Az egyikben vezetékek, erőművek és transzformátorok vannak.

A másikban emberek, kapcsolatok, bizalom, félelem, elvárások és indulatok.

Az első hálózat meghibásodása áttérjedhet a másodikra.

A második reakciója pedig visszahat az elsőre: túlterheli a segélyhívókat, akadályozhatja a javítóegységeket, növelheti az üzemanyagigényt, terhelheti a kórházakat és lekötheti a rendvédelmet. Ekkor már nem két külön rendszerünk van.

Egyetlen összekapcsolt válságrendszerünk van.

Ezért egy modern város sérülékenységet nem lehet pusztán azzal mérni, hány tartalék transzformátora, generátora vagy üzemanyag-tartaléka van. Azt is tudnunk kellene, hogyan reagálnak az emberek.

Az 1977-es New York-i áramszünet legfontosabb tanulsága talán éppen ez:

nem akkor kezdődik a társadalmi válság, amikor kialszanak a fények, hanem akkor, amikor az emberek viselkedése is megváltozik a sötétben.

21. Lehet-e modellezni nyolcmillió embert?

Tegyük fel, hogy egy ország villamosenergia-rendszerének irányítója különös figyelmeztetést kap. Egy közelgő szélsőséges időjárási esemény miatt fennáll a veszélye annak, hogy az ország egy részén hosszabb áramszünet következik be. A mérnökök azonnal modellezni kezdenek.

Mekkora termelőkapacitás eshet ki?

Mely vezetékek terhelődhetnek túl?

Mennyi tartalék áll rendelkezésre?

Mely alállomások a legsérülékenyebbek?

Mennyi idő alatt lehet helyreállítani a szolgáltatást?

Csakhogy ezek után valakinek fel kellene tennie még egy kérdést: **Mit fog tenni nyolcmillió ember, amikor meghallja a hírt?**

A legkiszámíthatatlanabb változó

A mérnöki rendszerek modellezése azért lehetséges, mert alkatrészeik viselkedése bizonyos határok között kiszámítható.

Ismerjük egy vezeték ellenállását.

Egy akkumulátor kapacitását.

Egy híd terhelhetőségét.

Egy szivattyú teljesítményét.

Az embernek azonban nincs adatlapja. Az egyik ember az áramszünet hírére feltölti a telefonját.

A másik elmegy élelmiszert vásárolni.

A harmadik benzint tankol.

A negyedik készpénzt vesz fel.

Az ötödik semmit sem csinál.

A hatodik megoszt egy hírt arról, hogy napokra összeomolhat az elektromos hálózat.

A hetedik elolvassa ezt, és elindul benzint venni.

A nyolcadik meglátja a benzinkútnál kialakult sort, lefénképezi, majd feltölti az internetre.

És néhány órával később már olyan emberek is tankolnak, akik eredetileg nem is hallottak az áramszünet veszélyéről.

Hogyan lehet ezt modellezni?

Talán rosszul tesszük fel a kérdést

Első hallásra lehetetlennek tűnik nyolcmillió ember viselkedését előre jelezni. És valóban az. Nem tudjuk pontosan megmondani, hogy Kovács úr kedden délután fél négykor vesz-e két kanna benzint. De talán nem is kell.

Az időjárás-előrejelzés sem próbálja megmondani minden egyes vízmolekuláról, merre fog mozogni. A közlekedési modell sem akarja tudni, hogy egy adott autós melyik pillanatban vált sebességet.

A kérdés nem az: **Mit fog tenni minden egyes ember?**

Hanem az: **Milyen kollektív mintázat alakulhat ki sok millió ember egymásra reagáló döntéseiből?**

Ez már egészen más feladat.

Digitális társadalom, digitális nyomok

A mai társadalom olyan mennyiségű információt termel saját működéséről, amilyen korábban elképzelhetetlen lett volna.

Látható a közúti forgalom változása.

Mérhető az elektromosenergia-fogyasztás.

Érzékelhető a tömegközlekedés terhelése.

Követhető az üzletek forgalmának változása.

Látható, milyen gyorsan kezdenek bizonyos kifejezések terjedni az interneten.

Észlelhető, ha emberek tömegei kezdenek egyszerre ugyanarra keresni.

Megfigyelhető, ha egy város lakosságának mobilitása hirtelen megváltozik.

Ezekből az adatokból az AI olyan mintázatokat is felismerhet, amelyeket ember már nem képes áttekinteni. Talán nem tudja, **miért** indult el valaki tankolni. De észreveheti, hogy egy órán belül sokkal többen indulnak benzinkutak felé, mint máskor. Ez lehet a közelgő pánik első jele.

Nyolcmillió kis modell

Van azonban egy másik lehetőség is. Mi lenne, ha a számítógép nem egyetlen átlagemberrel számolna? Létrehozhatunk sok százezer vagy akár több millió virtuális szereplőt.

Az egyik fiatal.

A másik idős.

Az egyik városban él.

A másik falun.

Van, akinek autója van.

Van, akinek nincs.

Az egyik bízik a hivatalos tájékoztatásban.

A másik inkább a barátaira hallgat.

A harmadik a közösségi médiából tájékozódik.

Az egyiknek van otthon egyheti élelmiszer-tartaléka.

A másik naponta vásárol.

Ezek a virtuális szereplők kapcsolatban állnak egymással, híreket kapnak, látják mások döntéseinek következményeit, és szabályok alapján reagálnak. Ezt a megközelítést **ágensalapú modellezésnek** nevezik. Nem azt próbáljuk megjósolni, mit tesz Nagy János.

Sok különböző tulajdonságú virtuális „Nagy Jánost” engedünk egymással kölcsönhatásba lépni, és figyeljük, milyen társadalmi mintázatok jelennek meg.

És itt jön az AI

A hagyományos ágensalapú modellben a kutatónak előre meg kell mondania, hogyan viselkedjenek a virtuális szereplők.

Ha nő az ár, kevesebbet vásárolnak.

Ha veszélyt érzékelnek, többet készleteznek.

Ha lezárják az utat, másik útvonalat választanak.

Csak hogy az igazi ember ennél sokkal bonyolultabb. Nem egyszerű szabályokat követ.

Emlékszik.

Tanul.

Fél.

Utánoz.

Meggyőzhető.

Bizalmatlan.

Néha következetlen.

És ami különösen fontos: **beszél más emberekkel.**

A mesterséges intelligencia új lehetőséget kínálhat arra, hogy a virtuális szereplők viselkedése összetettebb legyen.

Nem egyszerűen azt mondjuk: „Ha hiány várható, vásárolj 30 százalékkal többet.”

A virtuális szereplő információkat kaphat, mérlegelhet, reagálhat más szereplőkre, és módosíthatja döntését.

Ezzel a társadalmi szimuláció sokkal gazdagabbá válhat. De veszélyesebben meggyőzővé is.

A modell nem az ember

Itt ugyanis könnyű csapdába esni. Ha egy AI-alapú virtuális ember hihetően beszél, még nem jelenti azt, hogy úgy gondolkodik, mint egy valódi ember. Lehet, hogy egy szimulációban tízezer virtuális szereplő pánikba esik.

A valódi emberek pedig nem. Vagy fordítva.

A modell mindig feltételezésekből indul ki. Ha ezek hibásak, a számítógép óriási sebességgel és lenyűgöző részletességgel számíthat ki egy olyan világot, amely soha nem létezne.

A részletes modell nem feltétlenül pontos modell.

Ez különösen fontos lesz, ha egy ilyen rendszer alapján valódi döntéseket hozunk.

A jóslat, amely megváltoztatja a jövőt

Tegyük fel, hogy az AI több millió virtuális ember szimulációja után ezt mondja:

„Ha holnap bejelentik az üzemanyag-ellátási problémát, 36 órán belül a benzinkutak 40 százalékan készlethiány alakulhat ki.”

Mit tegyen a kormány? Ha nyilvánosságra hozza az előrejelzést, az emberek azonnal tankolni indulhatnak.

Ha eltitkolja, elveszítheti a bizalmat, amikor a probléma mégis bekövetkezik.

Ha korlátozza a tankolást, maga a korlátozás kelthet riadalmat.

Ha azt mondja, nincs ok aggodalomra, lehet, hogy senki sem hiszi el.

Az előrejelzés tehát nem kívül áll a rendszeren. **Belép abba a világba, amelyet előre jelez.**

És ettől a következő szimuláció kiindulási feltételei már megváltoztak.

A modellnek önmagát is modelleznie kellene Ez szinte filozófiai problémához vezet.

Az AI megjósolja az emberek viselkedését.

Az emberek megismerik az AI jóslatát.

Megváltoztatják a viselkedésüket.

Ezért az AI-nak azt is meg kellene jósolnia, hogyan reagálnak az emberek arra, hogy az AI megjósolta a viselkedésüket. De ha ezt az új jóslatot is nyilvánosságra hozzuk, arra is reagálnak.

És kezdhethetjük előlről. A modell része lett annak a rendszernek, amelyet modellez.

Nem jóslat kell, hanem forgatókönyvek

Talán ezért hibás elvárás azt kérni az AI-tól: „**Mondd meg, mi fog történni!**”

Sokkal hasznosabb kérdés lehet: „**Mutasd meg, mi történhet különböző feltételek mellett.**”

Mi történik, ha az emberek 5 százaléka kezd készletezni?

Mi történik 15 százaléknál?

Mi történik, ha a kormány gyorsan kommunikál?

Mi történik, ha ellentmondó hírek jelennek meg?

Mi történik, ha elveszik a bizalom?

Mi történik, ha a közösségi médiában elterjed egy hamis hír?

Mi történik, ha egyetlen fénykép indítja el a folyamatot?

A modell így nem kristálygömb. **Virtuális kísérleti laboratórium.** Olyan válságokat próbálhatunk ki benne, amelyeket a valóságban természetesen nem szeretnénk kipróbálni.

A döntő kérdés: hol van a billenési pont?

Talán nem is az a legfontosabb, hogy pontosan hány ember mit fog tenni. Sokkal fontosabb lehet felismerni azt a pontot, ahol a rendszer viselkedése hirtelen megváltozik.

Mikor lesz néhány tankoló autóból sor?

Mikor lesz a sorból pánik?

Mikor lesz néhány üres polcból országos készletezés?

Mikor válik egy áramszünet társadalmi zavarrá?

Mikor lesz néhány fertőzöttből járvány?

Mikor válik egy pletyka tömegesen elfogadott „valósággá”?

Ezek a **billenési pontok** lehetnek a jövő válságkezelésének legfontosabb célpontjai. Mert ha felismerjük őket, talán még azelőtt beavatkozhatunk, hogy a folyamat önmagát kezdené erősíteni.

Nyolcmillió ember?

Végül tehát a válasz különös.

Nem, nyolcmillió ember viselkedését valószínűleg soha nem fogjuk pontosan megjósolni.

De talán nincs is rá szükség. Lehet, hogy elég felismernünk, hogyan terjed közöttük az információ, hogyan változik a bizalom, mikor kezdik utánozni egymást, és hol vannak azok a pontok, ahol sok apró egyéni döntés egyszer csak kollektív folyamattá áll össze.

Az AI ebben rendkívül erős eszköz lehet. De nem azért, mert minden ember fejébe beelát, hanem azért, mert egyszerre képes olyan sok kapcsolatot, visszacsatolást és lehetséges forgatókönyvet vizsgálni, amelyet emberi elmével már képtelenség áttekinteni.

A jövő nagy válságainál nem elég modelleznünk az elektromos hálózatot, az üzemanyag-ellátást, az élelmiszerláncot vagy a járványt. Modelleznünk kell azt is, aki mindezekre reagál.

Az embert.

Nem azért, mert irracionális, hanem azért, mert gondolkodik. Figyeli a többieket.

Tanul.

Alkalmazkodik.

És miközben alkalmazkodik a rendszerhez, **maga is folyamatosan átírja annak jövőjét.**



V. rész – Az ellenálló civilizáció

22. Hatékonyság helyett ellenálló képesség?

A modern civilizáció egyik legnagyobb teljesítménye a hatékonyság.

Kevesebb emberrel többet termelünk. Kevesebb raktárkészlettel több árut mozgatunk. A számítógépek erőforrásait felhőszolgáltatókhoz költöztetjük, mert így olcsóbb. Az árukat akkor szállítjuk oda, amikor szükség van rájuk, nem hónapokkal korábban. Az elektromos hálózatok összekapcsolódnak, a gyárak specializálódnak, a vállalatok kiszervezik mindazt, amit valaki más olcsóbban tud elvégezni.

Mindez logikus. És éppen ebben rejlik a veszély.

A hatékonyság ugyanis többnyire azt jelenti, hogy eltávolítjuk a rendszerből azt, ami normális körülmények között fölöslegesnek látszik.

A tartalékot.

A raktárkészletet.

A párhuzamos rendszereket.

A kihasználatlan kapacitást.

A helyben meglévő tudást.

A második beszállítót.

A generátort, amely évekig nem indul el.

A papíralapú nyilvántartást, amelyet senki sem használ.

Az embert, aki még tudja, hogyan működött a rendszer a számítógépek előtt.

Gazdasági szempontból ezek valóban pazarlásnak tűnhetnek. Egészen addig, amíg nincs rájuk szükség.

A természet nem maximális hatékonyságra törekszik

Érdemes megnézni az élővilágot.

Az embernek két veséje van, miközben eggyel is lehet élni. Két tüdőlebeny-rendszerünk, páros érzékszerveink, hatalmas tartalék kapacitásaink vannak. Az immunrendszerünk sem egyetlen kórokozóra optimalizált, hanem elképesztően sokféle fenyegetésre képes reagálni.

Ez első pillantásra nem hatékony, de rendkívül ellenálló.

Az evolúció nem azt a szervezetet jutalmazta, amelyik a lehető legkevesebb erőforrásból működött egy ideális napon, hanem azt, amelyik akkor is életben maradt, amikor az ideális nap elmaradt.

A civilizációnk ezzel szemben egyre inkább az ideális napokra optimalizál.

Arra, hogy van áram.

Van internet.

Működik a GPS.

Megérkezik a kamion.

Elérhető a felhő.

Működik a bankkártya.

Van üzemanyag.

A telefonhálózat működik.

A beszállító szállít.

A szoftver elindul.

Ezek az esetek túlnyomó többségében valóban működnek. A probléma nem a 99,9 százalék, hanem a maradék 0,1 százalék.

A fölöslegesnek látszó dolgok értéke

Képzeljünk el két kórházat.

Az első teljesen digitalizált. Minden betegadat a hálózaton érhető el. A gyógyszerrendelés elektronikus. A laboreredmények automatikusan érkeznek. A képalkotó berendezések hálózatba vannak kötve. A rendszer gyors, olcsó és hatékony.

A második ugyanilyen modern, de megtartott néhány látszólag idejétmúlt megoldást is.

Vannak nyomtatható vészhelyzeti űrlapjai.

Van meghatározott eljárása arra az esetre, ha eltűnik az informatikai rendszer.

A személyzet időnként ezt gyakorolja is.

Van néhány helyi, hálózattól független kommunikációs eszköze.

Bizonyos kritikus adatokról elkülönített biztonsági másolat készül.

Normális hétköznapiokon a két kórház között alig van különbség. Egy komoly kibertámadás után azonban óriási.

Az első kórház információs rendszer nélkül részben megbénulhat.

A második rosszabbul, lassabban és kényelmetlenebbül működik tovább.

De működik.

Ez a reziliencia lényege.

Nem az, hogy semmi ne romolhasson el, hanem az, hogy amikor valami elromlik, a rendszer ne omoljon össze vele együtt.

A hatékonyság ára

A közgazdaságtan régóta ismeri a méretgazdaságosság előnyeit. Ha egy szolgáltatást egyetlen hatalmas központból olcsóbban lehet biztosítani, gazdaságilag ésszerűnek tűnik megszüntetni a kisebb helyi rendszereket. Csakhogy ezzel valami más is történik.

Megjelenik az úgynevezett **single point of failure**: az egyetlen pont, amelynek kiesése az egész rendszer működését veszélyeztetheti.

Egy kis helyi szerver meghibásodása néhány száz embert érinthet.

Egy óriási felhőszolgáltatás hibája egyszerre vállalatok ezreit.

Egy helyi erőmű kiesése regionális probléma.

Egy szorosan összekapcsolt villamosenergia-rendszer zavara megfelelő körülmények között országhatárokon is áttérjedhet. Ugyanez igaz az ellátási láncokra.

Ha minden gyár saját raktárában hónapokra elegendő alkatrészt tart, az drága.

Ha minden alkatrész pontosan akkor érkezik, amikor szükség van rá, az olcsóbb.

Amíg megérkezik.

A hatékonyság tehát gyakran úgy növekszik, hogy közben eltűnnek a rendszerből a pufferek.

Csakhogy éppen ezek a pufferek nyelik el a váratlan eseményeket.

Akkor építsünk mindenképp kettőt?

Természetesen nem. A reziliencia könnyen átfordulhat értelmetlen pazarlásba. Nem volna gazdaságos minden erőmű mellé egy másik, üresen álló erőművet építeni. Minden vállalatnak saját műholdas kommunikációs rendszert fenntartani. Minden családnak egy évre elegendő élelmiszert raktározni.

A kérdés tehát nem az: **hatékonyság vagy biztonság?**

Hanem az: **mennyi hatékonyságról érdemes lemondanunk azért, hogy egy ritka, de súlyos esemény ne okozzon aránytalan károkat?**

Erre nincs általános válasz. Egy zene-streaming szolgáltatás néhány órás kiesése kellemetlen.

Egy kórházi informatikai rendszeré veszélyes.

Egy közösségi oldal leállása bosszantó.

Az ivóvízellátásé kritikus.

Nem minden rendszernek kell tehát ugyanolyan ellenállónak lennie. A reziliencia ára mindig összevetendő a kiesés következményével.

Nem tartalék kell, hanem használható tartalék

Van azonban egy kevésbé nyilvánvaló probléma. Attól, hogy valaminek van tartaléka, még nem biztos, hogy valóban van tartaléka.

Lehet egy épületben dízelgenerátor.

De van hozzá üzemanyag?

Elindul?

Mikor próbálták ki utoljára?

Tudja valaki, hogyan kell átkapcsolni rá?

Lehet egy vállalatnak biztonsági adatmentése.

De visszaállították már valaha?

Mennyi idő alatt lehet működő rendszert építeni belőle?

Lehet egy városnak válságterve. De azok, akiknek végre kellene hajtaniuk, ismerik?

Lehet műholdas telefon egy szekrényben. Fel van töltve? Van előfizetés? Tudja valaki a PIN-kódját?

Ezért a reziliencia egyik legfontosabb szabálya: **A nem kipróbált tartalék nem tartalék.**

A biztonságot nem a raktárban lévő eszközök száma adja, hanem a ténylegesen működő alternatíváké.

A tudás is infrastruktúra

Van még egy tartalék, amelyről ritkán beszélünk.

Az emberi tudás. Minél több feladatot adunk át automatizált rendszereknek, annál több olyan képességet veszítünk el, amelyre normális körülmények között már nincs szükségünk.

Papírtérképpel tájékozódni.

Fejben számolni.

Gép nélkül nyilvántartást vezetni.

Automatikus rendszer nélkül működtetni egy berendezést.

Hiba esetén megérteni, mi történik a háttérben.

Ez természetes folyamat. Nem volna értelme minden régi technológiát és minden régi tudást fenntartani. De a kritikus rendszereknél fel kell tenni egy kellemetlen kérdést:

Ha az automatika eltűnik, marad-e valaki, aki még tudja, mit kell csinálni?

A tartalék emberi képesség ugyanolyan fontos lehet, mint a tartalék generátor.

Az AI furcsa szerepe

És itt jelenik meg egy különös lehetőség.

A mesterséges intelligencia egyszerre növelheti a függőségünket és segíthet csökkenteni annak veszélyeit. Az AI képes hatalmas rendszerek összefüggéseit vizsgálni, olyanokat, amelyeket ember már nehezen lát át.

Mi történik, ha három alállomás egyszerre kiesik?

Mi történik, ha egy nagyvárosban két napig nincs mobilinternet?

Mi történik, ha egy kikötő bezár, miközben egy kulcsfontosságú beszállító gyára is leáll?

Mi történik, ha egy hőhullám idején nő meg drasztikusan az áramfogyasztás?

Mi történik, ha egy járvány és egy kibertámadás egyszerre következik be?

A hagyományos tervezés általában néhány előre elképzelt forgatókönyvet vizsgál. Az AI azonban milliónyi változatot próbálhat végig. És talán olyan töréspontokat is megtalálhat, amelyekre egyetlen ember sem gondolt.

A paradoxon tehát érdekes: **éppen az egyre összetettebb technológia segíthet megtanítani bennünket arra, hogyan tegyük kevésbé sérülékennyé a technológiai civilizációt.**

A cél nem az, hogy semmi se történjen

Tökéletesen biztonságos társadalom nem létezik.

Nem tudunk minden napviharra, járványra, háborúra, kibertámadásra, földrengésre, áramszünetre vagy technológiai hibára külön rendszert építeni.

És valószínűleg nem is kell. Az igazán ellenálló rendszereknek nem minden lehetséges eseményre van külön válaszuk, hanem képesek alkalmazkodni ahhoz is, amire senki sem készült. Ez fontos különbség.

A merev biztonsági rendszer azt mondja: **„Erre az eseményre van tervünk.”**

A reziliens rendszer azt mondja: **„Nem tudjuk, mi fog történni. De akkor is lesz vizünk, energiánk, kommunikációnk, információnk és döntési képességünk.”**

Talán ez a XXI. századi infrastruktúra-tervezés egyik legfontosabb szemléletváltása.

Az elmúlt évtizedekben azt kérdeztük: **Hogyan lehet ezt még olcsóbban, gyorsabban és hatékonyabban működtetni?**

A jövőben egy másik kérdést is rendszeresen mellé kell tennünk: **Mi történik, ha egyszer nem működik?**

És még egyet: **Akkor mi marad?**

Nem kell választanunk hatékonyság és ellenálló képesség között. A feladat sokkal nehezebb ennél. Meg kell találnunk azt a pontot, ahol a rendszer még gazdaságos, de már nem törékeny. Ahol van elegendő összekapcsoltság ahhoz, hogy hatékony legyen – de elegendő önállóság ahhoz, hogy egy hiba ne rántson magával mindent.

Ahol az automatizálás leveszi rólunk a terheket – de nem felejtjük el teljesen, hogyan kell nélküle működni.

Ahol a tartalék nem pazarlás, hanem biztosítás. Mert a civilizáció valódi fejlettségét talán nem az mutatja meg, milyen tökéletesen működik, amikor minden rendben van.

Hanem az, hogy mi történik vele akkor, amikor semmi sem úgy működik, ahogyan terveztük.



23. Az AI mint a reziliencia tervezője – digitális ikrek az embertől az országig

Van egy kérdés, amelyet mérnökök, katonák, orvosok, közigazdászok és katasztrófavédelmi szakemberek régóta feltesznek: **Mi történik, ha...?**

Mi történik, ha leáll egy szivattyú?

Ha kiesik egy transzformátor?

Ha lezárnak egy hidat?

Ha megszakad egy fontos vasútvonal?

Ha egy kórház elveszíti az internetkapcsolatát?

Ha egyszerre több esemény következik be?

A kérdés egyszerű. A válasz egyre nehezebb. Civilizációnk rendszerei ugyanis annyira összekapcsolódtak, hogy egyetlen esemény következményeit sokszor már lehetetlen fejben végigkövetni.

Egy áramszünet nem egyszerűen azt jelenti, hogy kialszik a villany. Leállhatnak szivattyúk. Megszűnhet a mobilkommunikáció. Akadozhat az üzemanyag-ellátás. Nem működnek a bankkártyák. Megállhatnak bizonyos közlekedési rendszerek. Problémák jelentkezhetnek az egészségügyben. Az emberek elkezdhetnek készleteket felhalmozni. És innentől már nemcsak gépeket kell modelleznünk, **hanem embereket is.**

Előbb romboljuk le a másolatot

A mérnöki gondolkodás egyik legnagyobb találmánya a modell.

Hidakat modellezzük, mielőtt megépítjük őket. Repülőgépeket tesztelünk szélcsatornában. Autókat törünk össze számítógépes szimulációkban jóval azelőtt, hogy valódi prototípusokat áldoznánk fel.

A digitális technológia azonban ennél tovább ment. Megjelent a **digitális iker.**

Leegyszerűsítve ez egy valós rendszer digitális megfelelője, amelyet a valódi rendszerből származó adatokkal lehet összekapcsolni és folyamatosan pontosítani.

Lehet digitális ikre egy motornak.

Egy gyártósornak.

Egy épületnek.

Egy villamosenergia-hálózatnak.

Egy kikötőnek.

Egy városnak.

Sőt bizonyos értelemben akár egy emberi szervezetnek is.

A nagy előny nyilvánvaló: **a digitális ikret büntetlenül tönkretelhetjük.**

Leállíthatjuk benne az erőművet.

Elvágthatjuk a vízvezetékét.

Bezárhatjuk az autópályát.

Kikapcsolhatjuk a mobilhálózatot.

Eláraszthatjuk a városrészt.

Megfertőzhetjük a számítógépes hálózatot.

Majd megnyomhatjuk a reset gombot, és kezdhethetjük előlről.

A valóságban ezt természetesen nem tehetnénk meg. A digitális világban viszont akár milliószor is.

Milliónyi „Mi történik, ha...?”

Itt válik igazán érdekessé az AI szerepe. Egy hagyományos stressztesztben emberek választják ki a vizsgálandó helyzeteket.

Mi történik, ha kiesik az egyik erőmű?

Mi történik, ha egy hétig nem érkezik földgáz?

Mi történik, ha árvíz miatt lezárják ezt a három utat?

Ez hasznos, de van egy komoly korlátja.

Csak olyan veszélyt vizsgálunk, amelyre valaki előzőleg gondolt.

Az AI ezzel szemben kombinációk hatalmas tömegét vizsgálhatja.

Mi történik, ha az áramszünet hőhullámmal esik egybe?

És közben meghibásodik két mobiltelefon-bázisállomás?

És az egyik kórház tartalék generátora sem indul?

És egy fontos útvonalon baleset történik?

És mindeközben az interneten elterjed egy hamis hír arról, hogy elfogyott az ivóvíz?

Egyetlen ilyen kombináció valószínűsége talán rendkívül kicsi.

De a lehetséges kombinációk száma óriási.

Az AI nem feltétlenül azt mondja meg, **mi fog történni**.

Sokkal érdekesebb feladatot kaphat: **keresse meg azokat az eseménykombinációkat, amelyeknél a rendszer váratlanul összeomlik.**

A töréspontok keresése

Képzeljünk el egy várost.

Van elektromos hálózata, vízellátása, közlekedése, kórháza, rendőrsége, tűzoltósága, telekommunikációja, élelmiszer-ellátása, üzemanyag-ellátása. Mindegyik külön rendszer. Valójában azonban egyik sem az.

A vízműnek áram kell.

Az erőmű dolgozóinak közlekedniük kell.

A közlekedésnek üzemanyag kell.

Az üzemanyag-kutaknak áram kell.

A mentőknek kommunikáció kell.

A kommunikációs hálózatnak áram kell.

A javítószemélyzetnek információ kell arról, hol van a hiba.

Már néhány rendszer összekapcsolásával is olyan kölcsönös függések jelennek meg, amelyeket nehéz áttekinteni. Egy digitális ikerben azonban ezeket össze lehet kapcsolni. Ezután kezdődhet a kísérlet. Nem feltétlenül azt keressük, hogy mi romolhat el.

Hanem azt: **mi az a legkisebb zavar, amely már aránytalanul nagy következményt okoz?**

Ez a rendszer valódi gyenge pontja.

Lehet, hogy nem egy erőmű.

Nem egy híd.

Nem egy adatközpont.

Hanem egy jelentéktelennek tűnő alállomás, egy kommunikációs csomópont, egy raktár, egy szivattyútelep vagy akár néhány speciális szakember.

Az ember digitális ikre

A gondolat az emberi testre is alkalmazható.

Az orvoslásban régóta készülnek számítógépes modellek szervekről, élettani folyamatokról és betegségekről. A következő lépés egyre inkább a személyre szabott modellezés: olyan digitális reprezentációk létrehozása, amelyek az adott ember adatait is figyelembe veszik.

Egy ilyen rendszer elvileg megvizsgálhatná:

Mi történik, ha megváltoztatjuk egy gyógyszer adagját?

Hogyan reagálhat a szervezet egy műtétre?

Milyen következménye lehet két kezelés kombinációjának?

Melyik beavatkozási stratégia tűnik a legígéretesebbnek?

Ez természetesen nem jelenti azt, hogy létrehoztuk az ember tökéletes virtuális másolatát.

Az emberi szervezet ehhez túlságosan összetett, és a modell mindig egyszerűsítés marad.

Ez egy nagyon fontos korlát, amelyhez még visszatérünk.

A gyártósortól az országig

Ugyanez a gondolkodás egyre nagyobb léptékben alkalmazható.

Egy vállalat digitális ikre modellezheti a gyártást, készleteket, beszállítókat, energiafelhasználást, informatikai rendszereket és logisztikát.

Mi történik, ha kiesik a legnagyobb beszállító?

Van alternatíva?

Mennyi idő alatt áll le a termelés?

Melyik alkatrészből fogy el először a készlet?

Egy város digitális ikre összekapcsolhatja a közlekedést, energiát, vizet, egészségügyet, kommunikációt és akár a lakosság viselkedésének egyszerűsített modelljeit.

Egy ország digitális ikre pedig már egészen más lépték.

Energia.

Élelmiszer.

Közlekedés.

Egészségügy.

Pénzügyi rendszer.

Távközlés.

Ipar.

Külkereskedelem.

Államigazgatás.

Katasztrófavédelem.

És ezek kölcsönös függései. Itt már olyan összetettségről beszélünk, amelynek teljes áttekintése ember számára gyakorlatilag lehetetlen. Éppen ezért lehet fontos az AI.

De modellezhető-e egy ország?

Csak részben. És ezt nem szabad elfelejteni. Egy digitális iker könnyen keltheti azt az illúziót, hogy ha elegendő adatunk és számítási kapacitásunk van, akkor a valóságot is pontosan megjósolhatjuk. Nem tudjuk. A modell nem a valóság. Minél nagyobb rendszert modellezünk, annál több bizonytalanság kerül bele. Különösen akkor, amikor megjelenik az ember.

Egy transzformátor viselkedése viszonylag jól modellezhető.

Nyolcmillió emberé már nem.

Az emberek tanulnak.

Félnek.

Utánozzák egymást.

Pletykákat terjesztenek.

Megváltoztatják döntéseiket.

Olyan dolgokat tesznek, amelyek a modell készítőinek eszébe sem jutottak. Ráadásul ha megtudják, mit jósol róluk a modell, akár éppen emiatt kezdenek másképpen viselkedni.

Ezért a digitális iker nem kristálygömb. **Nem a jövőt mutatja meg, hanem lehetséges jövőket.**

A legfontosabb kérdés: mit nem látunk?

Az AI egyik legérdekesebb feladata ezért talán nem a legvalószínűbb esemény előrejelzése lesz, hanem a meglepetések keresése.

Adjunk neki egy városmodellt, és mondjuk: **Próbáld meg működésképtelenné tenni.**

Ne egy előre meghatározott forgatókönyvet hajtson végre. Keresse maga a gyenge pontokat. Próbáljon ki tízezer, százezer vagy millió zavart. Majd mutassa meg, melyek vezettek összeomláshoz. Ez tulajdonképpen digitális evolúció. A sikertelen támadási forgatókönyvek eltűnnek. A sikeresek újabb változatokat hoznak létre. A rendszer pedig egyre közelebb kerül azokhoz a ritka kombinációkhoz, amelyek valóban veszélyesek.

Ezután megfordíthatjuk a feladatot: **Most tedd ellenállóbbá.**

Hová kell tartalék generátor?

Hol kell második kommunikációs útvonal?

Melyik készletet kell növelni?

Melyik infrastruktúrát kell decentralizálni?

Hol van szükség emberi tartalékra?

Mennyibe kerül mindez?

És mennyivel csökkenti a kockázatot?

Ezzel visszaérkeztünk az előző fejezet kérdéséhez. Nem maximális biztonságot keresünk.

Optimális ellenálló képességet keresünk.

Ami megvan – csak nem férünk hozzá

A válságok egyik különös tanulsága, hogy gyakran nem maga az erőforrás hiányzik, hanem a hozzáférés.

Van üzemanyag a föld alatti tartályban – de nincs áram a szivattyúhoz.

Van élelmiszer a raktárban – de nincs jármű, amely elszállítsa.

Van gyógyszer – de az informatikai rendszer nélkül nem tudjuk, hol.

Van generátor – de nincs ember, aki elindítsa.

Van műholdas telefon – de senki sem tudja, hol tartják.

Van biztonsági másolat – de nincs működő rendszer, amelyre vissza lehetne tölteni.

Van szakember – de nem tud eljutni a helyszínre.

Ezért egy jó digitális stressztesztnek nemcsak azt kellene megkérdeznie: **Mink van?**

Hanem azt is: **Vészhelyzetben valóban használni tudjuk-e?**

Ez talán még fontosabb kérdés.

A civilizáció digitális szélsatornája

A repülőgépeket nem úgy tervezzük, hogy megépítjük őket, majd reménykedünk.

Modellezzük őket.

Terheljük őket.

Szélsőséges helyzeteket szimulálunk.

Hibákat idézünk elő.

Megkeressük, hol törnek el.

Majd módosítjuk a konstrukciót.

Különös módon ugyanezt civilizációnk legfontosabb rendszereivel sokkal ritkábban tesszük meg. Pedig talán éppen az AI és a digitális ikrek teszik lehetővé, hogy létrehozzuk a XXI. század egyik legfontosabb eszközét: **a civilizáció digitális szélcsatornáját**.

Egy virtuális világot, amelyben szabad hibázni.

Ahol kialakulhatnak a fények.

Leállhat az internet.

Bezárhatnak az utak.

Elfogyhat az üzemanyag.

Kitörhet járvány.

Megjelenhet pánik.

És mindezután megnyomhatjuk a reset gombot. A való világban azonban nincs reset. Ezért érdemes minél többször megnyomni a virtuálisban.



24. Az ellenálló ember

Reggel felébredünk, és megnyitjuk a vízcsapot.

Folyik a víz.

Felkapcsoljuk a villanyt.

Van áram.

Elindítjuk a telefont.

Van hálózat.

Beülünk az autóba.

A navigáció megmondja, merre menjünk.

A boltban elővesszük a bankkártyát.

Fizetünk.

Ha valamire kíváncsiak vagyunk, rákeresünk az interneten.

Ha eltévedünk, megnézzük a térképet a telefonon.

Ha baj van, felhívunk valakit.

Mindezek annyira természetesek lettek, hogy már nem is szolgáltatásként gondolunk rájuk.

A környezet részévé váltak.

Pedig mindegyik mögött hatalmas infrastruktúra működik.

Erőművek, vezetékek, vízművek, szerverek, adatközpontok, műholdak, mobiltelefon-bázisállomások, banki rendszerek, kábelek és emberek milliói gondoskodnak arról, hogy amikor megnyomunk egy gombot, történjen valami.

És éppen azért, mert ezek a rendszerek ennyire megbízhatóvá váltak, lassan elfelejtettük, hogyan boldoguljunk nélkülük.

Nem világvége kell hozzá

Ha az emberi ellenálló képességről beszélünk, könnyen megjelenik előttünk a túlélőmozgalmak világa.

Föld alatti bunker.

Évekre felhalmozott élelmiszer.

Fegyverek.

Aggregátorok.

Gázálcok.

Világvége-forgatókönyvek.

Erről itt nincs szó.

A modern ember számára sokkal valószínűbb egy néhány órás vagy néhány napos zavar.

Egy nagyobb áramszünet.

Egy vihar.

Egy árvíz.

Egy informatikai üzemzavar.

Egy kibertámadás.

A mobilhálózat kiesése.

A banki rendszerek átmeneti leállása.

Egy vízvezeték meghibásodása.

Ezek egyike sem jelenti a civilizáció végét.

De kellemetlenül gyorsan megmutathatja, mennyire függünk tőle. Az ellenálló ember ezért nem arra készül, hogy egyedül éljen az erdőben. Arra készül, hogy **néhány órán vagy napon keresztül ne váljon teljesen tehetatlenné attól, hogy valamelyik megszokott szolgáltatás átmenetileg eltűnik.**

Ez óriási különbség.

Víz

Az ember egyik legalapvetőbb szükséglete egyben az egyik leginkább magától értetődő szolgáltatásunk. Megnyitjuk a csapot. Pedig a csap mögött szivattyúk, víztározók, tisztítóberendezések, vegyszerek, elektromos rendszerek és vezérlőhálózatok működnek. A vízszolgáltatás sok helyen rendelkezik tartalék rendszerekkel, de nem sérthetetlen.

Egy háztartásnak ezért nem kell hordók százait tárolnia. De néhány napra elegendő ivóvíz már egészen más kategória. Nem túlélőfelszerelés.

Puffer.

Ugyanaz, amit az előző fejezetben az infrastruktúránál fontosnak tartottunk.

Csak most emberi léptékben.

Energia

Az áramkimaradás első órája többnyire még érdekes.

Gyertyát gyújtunk.

Előkerül a zseblámpa.

Beszélgetünk.

Aztán telnek az órák.

Merül a telefon.

Leáll a fűtés keringetőszivattyúja.

Nem működik az elektromos kapu.

Nem lehet tölteni az eszközöket.

A hűtőszekrény lassan felmelegszik.

A modern otthonokban ráadásul egyre több olyan rendszer működik, amelynek alapja az elektromosság. Még olyan fűtési rendszerek is leállhatnak áramszünetben, amelyek egyébként nem villamos energiával termelik a hőt. Az ellenálló képesség itt sem azt jelenti, hogy minden ház mellé dízelgenerátort kell telepíteni. Lehet ennél sokkal egyszerűbb.

Működő zseblámpa.

Feltöltött külső akkumulátor.

Egy egyszerű rádió.

Az évszaknak megfelelő alternatívák átgondolása.

És legfőképpen annak ismerete: **mi nem fog működni a lakásban, ha nincs áram?**

Meglepően sokan ezt csak akkor tudják meg, amikor először valóban elmegy.

Kommunikáció

A mobiltelefon különös eszköz lett.

Egyszerre telefon, térkép, pénztárca, fényképezőgép, jegyzetfüzet, újság, rádió, menetrend, navigációs rendszer és kapcsolat a külvilággal.

Ez fantasztikus hatékonyság.

És fantasztikus koncentráció.

Régen több különböző tárgy elvesztése kellett ahhoz, hogy mindezeket a képességeket elveszítsük. Ma elég egyetlen lemerült telefon. Vagy egy működésképtelen hálózat. Érdekes ezért feltenni néhány egyszerű kérdést.

Tudjuk-e fejből legalább a legfontosabb telefonszámokat?

Van-e más módunk kapcsolatba lépni a családtagjainkkal?

Megbeszéltük-e valaha, mi történik, ha a mobilhálózat hosszabb ideig nem működik?

Tudjuk-e, hol találkozunk, ha nem tudjuk egymást elérni?

A kommunikáció tartaléka néha nem egy második technológia, **hanem egy előre megbeszélt mondat.**

„Ha semmi sem működik, találkozunk otthon.”

Pénz

A készpénz egyre inkább régimódinak látszik. A digitális fizetés gyorsabb, kényelmesebb és sok szempontból biztonságosabb. De ismét ugyanazzal a problémával találkozunk.

A hatékonyság függőséget hoz létre.

A bankkártyához kommunikáció kell.

A mobilfizetéshez működő telefon.

A banki rendszerekhez informatikai infrastruktúra.

Egy komolyabb hálózati vagy banki üzemzavar esetén előfordulhat, hogy pénzünk van, csak éppen nem férünk hozzá. Pontosan az történik, amiről az előző fejezetben beszéltünk:

nem az hiányzik, amit birtoklunk, hanem a hozzáférés.

Ezért valamennyi készpénz tartása nem a digitális pénzügyi rendszer elutasítása. Egyszerű tartalék. Mint a pótkerék az autóban. Nem azért vesszük magunkkal, mert arra számítunk, hogy minden úton defektet kapunk, hanem azért, mert ha egyszer mégis megtörténik, nagyon jól jön.

Tájékozódás

Talán kevés technológia változtatta meg annyira észrevétlenül egy emberi képességünket, mint a GPS. Korábban az utazás része volt a tájékozódás.

Figyeltük az útjelző táblákat.

Megjegyeztük a településeket.

Térképet néztünk.

Fejben kialakult valamilyen kép arról, hol vagyunk. Ma gyakran csak egy kék vonalat követünk.

„Háromszáz méter múlva forduljon jobbra.”

Ez sokkal kényelmesebb. Csakhogy közben könnyen elveszíthetjük a környezetünkről kialakuló belső térképet. Ha eltűnik a navigáció, hirtelen nem egyszerűen GPS nélkül maradunk. **Azt vesszük észre, hogy már mi sem tudjuk, hol vagyunk.**

Nem kell visszatérni a papírtérképek korába. De egy hosszabb utazásnál egy papírtérkép alig foglal helyet. És még fontosabb: időnként érdemes felnézni a navigációból.

Megérteni, merre tartunk.

Hol van észak.

Melyik nagyobb város fekszik előttünk.

Milyen folyót kereszteztünk.

A technológia akkor segít igazán, ha képességeinket kiegészíti, nem pedig teljesen helyettesíti.

Információ – amikor éppen túl sok van

Válsághelyzetben különös módon nem mindig az információ hiánya jelenti a legnagyobb problémát, hanem a túl sok információ.

Egy komoly esemény után percekben belül megjelenhetnek a közösségi médiában a fényképek, videók, magyarázatok, találgatások és „biztos forrásból” származó hírek.

Közöttük valódi információk.

Félreértések.

Régi felvételek.

Pletykák.

Szándékos hamisítások.

AI-val generált képek és videók.

Egy ellenálló embernek ezért nemcsak víztartalékra és zseblámpára van szüksége.

Információs ellenálló képességre is.

Tudnia kell várni.

Forrást ellenőrizni.

Különbséget tenni hivatalos tájékoztatás, újságírói információ, szemtanú beszámolója és ismeretlen közösségi médiás bejegyzés között.

És mindenekelőtt képesnek kell lennie kimondani: **„Ezt még nem tudjuk.”**

Egy válság első óráiban ez gyakran sokkal bölcsőbb mondat, mint a magabiztos magyarázat.

Alapvető tudás

A technológiai fejlődés természetes következménye, hogy egyre kevesebbet kell tudnunk arról, hogyan működnek a körülöttünk lévő rendszerek.

Nem kell értenünk az autó motorjához.

Nem kell tudnunk, hogyan működik a telefonhálózat.

Nem kell fejben számolnunk.

Nem kell útvonalat terveznünk.

És hamarosan talán egyre kevesebbet kell keresnünk, fogalmaznunk, fordítanunk vagy akár döntenünk is, mert az AI segít. Ez önmagában nem baj. A civilizáció története részben éppen arról szól, hogy tudást helyezünk át eszközökbe és rendszerekbe. De van egy pont, amely alatt a kényelem kiszolgáltatottsággá válik.

Nem kell mindenkinek villanyszerelőnek lennie. De jó tudni, hol lehet áramtalanítani a lakást.

Nem kell autószerelőnek lennünk. De jó tudni, mit jelent néhány alapvető figyelmeztető jelzés.

Nem kell orvosnak lennünk. De az elsősegélynyújtás alapjait érdemes ismerni.

Nem kell informatikusnak lennünk. De jó tudni, hol vannak a fontos adataink, és mi történik velük, ha elveszítjük a telefonunkat vagy számítógépünket.

Az ellenálló ember nem mindent tud.

Hanem tud néhány dolgot akkor is, amikor a gép nem mondja meg.

És az AI?

Első pillantásra furcsának tűnhet, hogy egy technológiai függőségről szóló fejezetben éppen az AI-t hívjuk segítségül. Pedig nagyon hasznos szerepe lehet. Nemcsak városok és országok digitális ikreit lehet stressztesztelni. Saját életünket is végiggondolhatjuk hasonló módon.

Mi történik, ha 24 órán át nincs áram?

Mi történik, ha három napig nincs internet?

Mi történik, ha nem működik a bankkártyám?

Mi történik, ha egy utazás közben elveszítem a telefonomat?

Mi történik, ha nem tudom elérni a családomat?

Az AI végigvezethet ezeken a forgatókönyveken.

Megkeresheti a gyenge pontokat.

Nem azért, hogy félelmet keltsen, hanem azért, hogy kiderüljön: néhány apró változtatással mennyivel kevésbé válunk kiszolgáltatottá. Tulajdonképpen létrehozhatjuk saját életünk egyszerű digitális stressztesztjét.

Nem egyedül kell ellenállónak lennünk

Van azonban egy veszélyes félreértés. Az önállóság nem azonos az elszigetelődéssel. Sőt. Az emberiség azért lett sikeres, mert együttműködött.

Egy idős ember számára a legjobb tartalék rendszer néha nem egy aggregátor. Hanem a szomszéd.

Egy család számára nem feltétlenül az a legfontosabb, hogy mindenből külön készlete legyen. Hanem hogy tudják, ki mire képes.

Ki tud elsősegélyt nyújtani.

Kinek van autója.

Kinél van alternatív fűtés.

Ki tud segíteni annak, aki egyedül maradt.

A reziliencia ezért nemcsak technikai kérdés.

Kapcsolati kérdés is.

Egy olyan utca, ahol az emberek ismerik egymást, bizonyos válsághelyzetekben ellenállóbb lehet, mint egy technológiailag sokkal fejlettebb, de teljesen atomizált közösség.

Hetvenkét óra önállóság

Talán nem rossz gondolat kísérlet a következő:

Mi történne velünk, ha három napig a megszokottnál sokkal kevesebb külső szolgáltatásra számíthatnánk?

Nem világvége.

Nem társadalmi összeomlás.

Csak három kellemetlen nap.

Van vizünk?

Van világításunk?

Tudjuk tölteni legalább részben a fontos eszközöket?

Van valamennyi készpénzünk?

Hozzáférünk a fontos információinkhoz?

Tudjuk, hol vannak a családtagjaink?

Van néhány napra élelmiszerünk?

Tudjuk, honnan szerezzünk megbízható információt?

Van olyan ember a közelben, akire számíthatunk?

És van-e valaki, aki viszont ránk számít?

Ha ezek többségére igen a válasz, már meglepően sokat tettünk. Nem készültünk fel a világ végére. **Csak arra, hogy a világ néhány napig rosszabbul működjön.**

Az önállóság új jelentése

A technológiai civilizáció egyik legnagyobb ajándéka, hogy nem kell mindent magunknak megoldanunk.

Nem kell saját vizet tisztítanunk.

Saját áramot termelnünk.

Saját élelmiszert termesztanunk.

Saját kommunikációs hálózatot építenünk.

Ezekről lemondani értelmetlen volna. Az ellenálló ember nem akar visszatérni egy korábbi világba.

Használja a GPS-t.

Fizet bankkártyával.

Használja az internetet.

Rábízza magát az infrastruktúrára.

És használja az AI-t is.

Csak egyetlen dolgot nem ad át teljesen: **a saját cselekvőképességét.**

Talán ez az ésszerű önállóság legjobb meghatározása. Nem az, hogy nincs szükségünk másokra, hanem az, hogy egy átmeneti zavarban nem válunk azonnal tehetetlenné.

A modern embernek nem túlélővé kell válnia, **hanem egy kicsit kevésbé kiszolgáltatottá.**



25. Az ellenálló vállalat

Egy modern vállalat vezetője megnyitja a számítógépét.

Működik az internet.

Elérhető a vállalatirányítási rendszer.

A felhőben ott vannak az adatok.

A beszállítók szállítanak.

A bank teljesíti az utalásokat.

A dolgozók bejutnak a munkahelyükre.

Van villamos energia.

A telefon működik.

A logisztikai rendszer látja, merre járnak a kamionok.

Minden rendben.

De mi történik, ha ezek közül egyetlen mondat elé odatesszük: „**Nem...**”

És mi történik, ha egyszerre kettő vagy három elé? Ekkor derül ki, hogy egy vállalat valójában mennyire ellenálló.

A vállalat már nem gyár

Régen egy vállalat határa viszonylag jól látható volt.

Ott állt a gyár.

Benne a gépek.

A raktárban az alapanyag.

Az irodában a könyvelés.

A dolgozók reggel beléptek a kapun, délután pedig hazamentek.

A mai vállalat egészen más. Lehet, hogy a könyvelési rendszer egy másik ország adatközpontjában fut. Az ügyfeladatok a felhőben vannak.

Az alkatrészek öt országból érkeznek.

A tervezőmérnök otthonról dolgozik.

A fizetési rendszer egy külső szolgáltatóé.

A kommunikáció egy másik szolgáltató infrastruktúráját használja.

A gyártógépek távolról kapnak szoftverfrissítéseket.

A logisztikai rendszer műholdas helymeghatározást használ.

A vállalat tehát már nem egy hely, **hanem hálózat**.

És ezzel ugyanahhoz a problémához érkeztünk, amely végigkíséri ezt a könyvet: a hálózat fantasztikusan hatékony – de a függőségek egy része láthatatlanná válik.

Ki a beszállítónk beszállítója?

Egy vállalat általában tudja, kitől vásárol. De tudja-e azt is, hogy a beszállítója kitől vásárol?

És annak a beszállítója?

Képzeljünk el két gyárat, amelyek látszólag két teljesen független vállalattól vásárolják ugyanazt az alkatrészt. Remek. Van két beszállító. Van B terv.

Csak hogy mindkét beszállító ugyanattól a távol-keleti üzemtől vásárolja az egyik nélkülözhetetlen elektronikai alkatrészt. A két különálló ellátási lánc valójában ugyanott található.

A redundancia csak látszólagos.

Ugyanez történhet a szállítással.

Három különböző beszállítónk van – de mindhárom ugyanazon a kikötőn keresztül szállít.

Vagy ugyanazon a vasútvonalon.

Vagy ugyanazon a szoroson haladnak át a hajók.

A valódi kérdés tehát nem az: „**Hány beszállítónk van?**”

Hanem: „**Hol találkoznak ismét a látszólag független útvonalak?**”

A hálózat sérülékenysége gyakran éppen ott rejtőzik.

A raktár: költség vagy puffer?

A modern vállalatirányítás egyik nagy sikere a készletek csökkentése volt.

A raktár pénzbe kerül.

A benne álló alapanyag lekötött tőke.

Helyet foglal.

Biztosítani kell.

Megromolhat vagy elavulhat.

Logikus tehát minél kisebb készlettel dolgozni. A just-in-time termelés évtizedeken át ennek az elvnek egyik legtökéletesebb megvalósítása volt. Az alkatrész szinte akkor érkezik a gyárba, amikor szükség van rá. Gazdaságilag gyönyörű rendszer. De a készlet nemcsak költség.

Idő is.

Ha egy vállalatnak egy kritikus alkatrészből két hétre elegendő készlete van, akkor egy beszállító kiesése után két hete marad megoldást találni.

Ha két órára elegendő van, két órája.

A raktár tehát bizonyos értelemben időraktár. A reziliens vállalatnak ezért nem feltétlenül nagy készletekre van szüksége, hanem annak felismerésére, hogy **melyik alkatrészből mennyi időt érdemes raktározni**.

Van áram. Természetesen.

A vállalatok többsége úgy tekint az elektromos energiára, mint a levegőre. Van. Egészen addig, amíg nincs. De mit jelent pontosan az áramszünet?

Egy irodában néhány órás kiesés kellemetlenség.

Egy folyamatos technológiával működő vegyipari üzemben egészen más probléma.

Egy hűtőházban órák alatt megkezdődhet az áru veszélyeztetése.

Egy adatközpontban percek is számíthatnak.

Egy kórházban pedig emberéletek.

Ezért az energiaellátás tartalékát sem lehet általánosan meghatározni.

A fontos kérdés inkább: **Mely folyamataink nem állhatnak le?**

És utána: **Meddig kell őket életben tartanunk?**

Tíz percig?

Két óráig?

Három napig?

A válasz alapján egészen más tartalékrendszerre van szükség.

Ha eltűnik az internet

Sok vállalatnál ma már különös kérdés lenne megkérdezni: „Mi működik internet nélkül?”

Lehet, hogy meglepően kevés dolog.

E-mail.

Felhő.

Telefon.

Megrendelések.

Bank.

Számlázás.

Ügyfélszolgálat.

Logisztika.

Távoli munkavégzés.

Szoftverek hitelesítése.

Sőt egyre gyakrabban maguk a termelőberendezések is valamilyen hálózati kapcsolattól függenek. Régen egy telefonvonal kiesése a kommunikáció egyik csatornáját szüntette meg. Ma egy internetkapcsolat kiesése egyszerre sok szolgáltatást vihet magával. Ez a konvergencia hatalmas hatékonyságot hozott. De ismét ugyanaz történt: **sok tojást tettünk ugyanabba a kosárba.**

A felhő nem az égben van

A „felhő” különösen szerencsés elnevezés. Valami megfoghatatlan, mindenütt jelen lévő dologra utal. Pedig a felhő nagyon is fizikai.

Adatközpontok.

Szerverek.

Optikai kábelek.

Villamos energia.

Hűtőrendszerek.

Hálózati eszközök.

Szoftverek.

És emberek.

A felhőszolgáltatások óriási előnye, hogy egy kis vagy közepes vállalat olyan informatikai infrastruktúrához férhet hozzá, amelyet önállóan soha nem tudna gazdaságosan felépíteni.

A probléma nem a felhő. A probléma akkor kezdődik, amikor a vállalat már azt sem tudja, **hogyan működne nélküle.**

Ha a felhőszolgáltatás néhány órára elérhetetlenné válik, mi történik?

Ha egy felhasználói fiókot tévedésből zárolnak?

Ha megszakad a hálózati kapcsolat?

Ha egy szolgáltató megszüntet egy terméket?

Ha egy kibertámadás miatt éppen a biztonság kedvéért lekapcsolják a hozzáférést?

A jó kérdés ezért nem az: „**Biztonságos-e a felhő?**”

Hanem: „**Mi történik velünk, ha holnap reggel nem érzük el?**”

Van biztonsági mentésünk

Ez a mondat megnyugtatóan hangzik. Pedig önmagában szinte semmit sem jelent.

Hol van?

Mikor készült?

Mit tartalmaz?

Elkülönül-e eléggé az eredeti rendszertől?

Egy zsarolóvírus hozzáférhet-e?

Mennyi idő alatt lehet visszaállítani?

És a legfontosabb: **próbáltuk már?**

A biztonsági mentés nem attól jó, hogy elkészült, hanem attól, hogy visszaállítható. Egy vállalatnak lehet tökéletesen működő mentési rendszere, és mégis napokra megbénulhat, ha senki sem gyakorolta, hogyan kell belőle újra működő rendszert létrehozni.

Ismét ugyanaz az alapelv:

A nem kipróbált B terv csak dokumentum.

A legfontosabb alkatrész néha hazamegy délután

Van azonban egy függőség, amely még a számítógépes rendszereknél is könnyebben láthatatlanná válik.

Az ember.

Sok vállalatnál léteznek olyan szakemberek, akikről mindenki tudja: „Ha nagy baj van, Józsi kell hívni.”

Józsi húsz éve dolgozik ott.

Ismeri a régi gépet.

Tudja, melyik szelep szokott megszorulni.

Tudja, melyik szoftver furcsaságát hogyan lehet megkerülni.

Ismeri a beszállítót.

Emlékszik arra a hibára, amely tíz évvel ezelőtt egyszer már előfordult.

Csakhogy Józsi egyszer nyugdíjba megy.

Vagy beteg lesz.

Vagy szabadságon van.

Vagy egyszerűen nem lehet elérni.

Ekkor derül ki, hogy a vállalat egyik legfontosabb adatbázisa nem egy szerveren volt.

Hanem Józsi fejében.

A reziliencia ezért tudásmenedzsment is. A kritikus tudásnak nem szabad egyetlen emberhez kötődnie. Dokumentálni kell. Át kell adni. Gyakorolni kell. És kell legalább még valaki, aki érti.

Mit tudunk kézzel?

Az automatizálás óriási előny. De minden automatizált rendszer mögött érdemes feltenni egy kérdést:

Van kézi üzemmód?

És ha van: **tudja még valaki használni?**

A két kérdés nem ugyanaz. Lehet egy berendezésen kézi vezérlés, amelyet tizenöt éve senki nem próbált ki.

Lehet papíralapú vészhelyzeti eljárás, amelyet az új dolgozók soha nem láttak.

Lehet telefonlista olyan telefonszámokkal, amelyek már nem léteznek.

A tartalék rendszer idővel észrevétlenül elöregszik.

Ezért a reziliencia nem egyszeri beruházás. **Folyamat.**

A B terv próbája

Képzeljünk el egy vállalatot, amelynek vezetése évente egyszer különös napot tart.

Nem csapatépítőt.

Nem konferenciát.

Hanem hibát.

Reggel közlik: „Ma nincs felhő.”

Vagy: „A fő beszállító harminc napig nem szállít.”

Vagy: „Az épületben nincs internet.”

Vagy: „A vállalatirányítási rendszer nem működik.”

Vagy: „A három legfontosabb informatikus ma nem elérhető.”

És aztán megnézik, mi történik. Nem azért, hogy megbüntessék azokat, akik hibáznak. Éppen ellenkezőleg.

Azért, hogy most hibázzanak. Amíg nincs valódi válság.

A gyakorlat végén pedig nem azt kérdezik: „Ki rontotta el?”

Hanem: „**Mit tanultunk a rendszerünkről?**”

Ez a szervezeti stresszteszt ugyanazt teszi, amit az előző fejezet digitális ikre. Csak valódi emberekkel.

És itt ismét belép az AI

Az AI különösen alkalmas lehet arra, hogy egy vállalat függőségeit feltérképezze.

Beszállítók.

Alvállalkozók.

Készletek.

Energia.

Kommunikáció.

Felhőszolgáltatások.

Szoftverek.

Bankok.

Logisztika.

Kulcsemberek.

Majd megkérdezheti:

Mi történik, ha ez kiesik?

És ha ez a kettő egyszerre?

És ha mindez pénteken történik?

És ha közben hóhullám van?

És ha a tartalék rendszer egyik eleme sem működik?

A kombinációk száma gyorsan olyan nagy lesz, hogy ember már nem tudja áttekinteni. Az AI viszont keresheti azokat a pontokat, amelyeknek a kiesése aránytalanul nagy zavart okoz. Megtalálhatja a vállalat **rejtett egyetlen hibapontjait**.

Azt a beszállítót, amelyről senki sem gondolta, hogy kritikus.

Azt a szoftvert, amelytől öt másik rendszer függ.

Azt az alkatrészt, amelyből csak két napra elegendő készlet van.

Vagy azt az embert, akinek a kiesése meglepően sok folyamatot bénítana meg.

De az AI is függőség

És itt válik a történet kissé ironikussá.

Miközben az AI segítségével próbáljuk ellenállóbbá tenni a vállalatot, maga az AI is bekerül a függőségi hálóba. Mi történik, ha az AI-szolgáltatás nem érhető el?

Ha megváltozik?

Ha hibás választ ad?

Ha egy külső szolgáltató korlátozza a hozzáférést?

Ha a vállalat dolgozói idővel elveszítik azt a tudást, amelyet már mindig az AI-ra bízunk?

A reziliens vállalat ezért nem egyszerűen AI-t használ. **Arra is felkészül, hogy egyszer az AI sem működik.** Ugyanaz az elv érvényes rá, mint minden más technológiára.

Használjuk, amíg segít. De ne tegyük olyan nélkülözhetetlenné, hogy nélküle már ne tudjunk működni.

A valódi B terv

Egy vállalatnak lehet százoldalas üzletmenet-folytonossági terve.

Lehet vészhelyzeti kézikönyve.

Lehet tartalék szervere.

Lehet generátora.

Lehet második beszállítója.

Mindez fontos.

De csak akkor ér valamit, ha a kérdésre: **„Próbálták már?”**

a válasz: **„Igen.”**

Elindították a generátort terhelés alatt.

Visszaállították az adatokat.

Dolgoztak internet nélkül.

Felhívták a második beszállítót.

Kipróbálták a kézi üzemmódot.

Gyakorolták a válságkommunikációt.

Megnézték, mi történik, ha a kulcsemberek nincsenek ott.

Mert a valódi B terv nem az, ami a fiókban van.

Hanem az, ami akkor is működik, amikor az A terv már nem.

Nem a legerősebb vállalat marad talpon

A következő évtizedek vállalatainak valószínűleg nem az lesz az egyik legfontosabb tulajdonságuk, hogy minden körülmények között tökéletesen működjenek. Ilyen vállalat nincs.

Lesznek kibertámadások.

Energiazavarok.

Ellátási problémák.

Szoftverhibák.

Természeti katasztrófák.

Politikai válságok.

És olyan események is, amelyekre ma még nincs nevünk.

A kérdés ezért nem az, hogy el tudunk-e kerülni minden zavart.

Hanem: **milyen gyorsan vesszük észre?**

Mennyire terjed tovább?

Van-e másik út?

Tudunk-e rosszabb körülmények között is működni?

És milyen gyorsan tudunk helyreállni?

A hatékony vállalat jól működik, amikor minden rendben van. Az ellenálló vállalat akkor is működik valahogy, amikor nincs minden rendben. A kettő közül pedig hosszú távon talán nem az lesz a legsikeresebb, amelyik minden fölöslegesnek látszó tartalékot kiiktatott.

Hanem az, amelyik pontosan tudta: **miből engedheti meg magának, hogy ne legyen tartaléka – és miből nem.**



26. Az ellenálló város

Nézzünk egy nagyvárost felülről.

Házak.

Utak.

Hidak.

Kórházak.

Iskolák.

Üzletek.

Pályaudvarok.

Víztornyok.

Erőművek.

Irodaházak.

Lakótelepek.

Első pillantásra úgy tűnik, ezek alkotják a várost. Pedig nem. Egy teljesen ép város is működésképtelenné válhat anélkül, hogy egyetlen épülete összedőlne. Elég, ha megszűnnek azok a láthatatlan áramlások, amelyek életben tartják.

Az elektromosság.

A víz.

Az élelmiszer.

Az üzemanyag.

Az információ.

Az emberek.

A pénz.

A hulladék elszállítása.

A város valójában nem épületek gyűjteménye. **A város áramlások rendszere.**

És ezek az áramlások egymástól függenek.

Egyetlen hatalmas gép

Képzeljünk el egy egymillió lakosú várost.

Minden nap egymillió embernek kell ivóvíz.

Élelmiszer.

Energia.

Közlekedés.

Egészségügyi ellátás.

Kommunikáció.

A keletkező szennyvizet el kell vezetni.

A hulladékot el kell szállítani.

A boltokat fel kell tölteni.

A gyógyszereket el kell juttatni a patikákba.

A mentőknek el kell érniük a betegeket.

A rendőrségnek és a tűzoltóságnak működnie kell.

Mindez egy átlagos napon szinte láthatatlan.

Éjszaka teherautók érkeznek.

Szivattyúk dolgoznak.

Transzformátorok alakítják át az elektromos energiát.

Szerverek cserélnék adatokat.

Járművek indulnak.

Emberek váltják egymást.

A város minden reggel úgy ébred fel, mintha mindez magától történne. Pedig egyetlen hatalmas, folyamatosan működő rendszer tartja életben. És ennek a gépnek nincs egyetlen motorja. **Minden része egy másik részére támaszkodik.**

Vízhez áram kell

A város vízellátása jó példa. A víz természetesen nélkülözhetetlen. De ahhoz, hogy a csapból víz folyjon, sok helyen elektromos energia is kell.

Vizet kell kitermelni.

Tisztítani.

Szivattyúzni.

Nyomás alatt tartani.

A szennyvizet elvezetni és kezelni.

Ezért egy hosszabb áramszünetből vízellátási probléma lehet.

A vízellátási problémából higiéniai és egészségügyi probléma.

Az egészségügyi problémából pedig újabb terhelés a kórházakon.

Máris megjelent a láncreakció. **Áram → víz → higiénia → egészségügy.**

De a történet folytatódhat.

Áram nélkül üzemanyag sincs?

Első pillantásra az üzemanyag függetlennek látszik az elektromos hálózattól. Ott van a benzinkút föld alatti tartályában. Csakhogy ki kell szivattyúzni. A töltőállomásnak működtetnie kell a pénztárát. Kapcsolatba kell lépnie a fizetési rendszerrel. Az üzemanyagot pedig tartálykocsikkal kell utánpótolni.

Ha nincs áram, előfordulhat az a furcsa helyzet, hogy: **van üzemanyag – csak nem tudjuk használni.**

És kinek kell üzemanyag?

A mentőknek.

A tűzoltóknak.

A rendőrségnek.

A javítószolgálatoknak.

Az élelmiszert szállító teherautóknak.

A tartalék generátoroknak.

Egyetlen infrastruktúra zavara tehát egészen más területen jelenhet meg néhány órával később.

A városnak nincs éléskamrája

A régi városok környezetében gyakran ott volt az élelmiszer-termelés jelentős része. A modern metropolisz egészen más. Lakói naponta hatalmas mennyiségű élelmiszert fogyasztanak, amelynek jelentős része folyamatosan érkezik kívülről.

Teherautókon.

Vonatokon.

Hajókon.

Raktárakon és logisztikai központokon keresztül.

A supermarket polca ezért megtévesztő. Úgy néz ki, mintha ott lenne az élelmiszerkészlet. Valójában a bolt polca csak egy hatalmas ellátási lánc **utolsó néhány métere**. Ha az utánpótlás megszakad, a város készletei meglepően gyorsan fogyni kezdenek.

És ekkor belép az emberi viselkedés. Ha elterjed a hír, hogy ellátási probléma várható, az emberek érthető módon többet vásárolnak. A nagyobb vásárlás azonban valóban kiüríti a polcokat.

Az üres polc megerősíti a hírt.

Még többen vásárolnak. A rendszer fizikai zavarához társadalmi visszacsatolás kapcsolódik.

Pontosan az, amiről korábban már beszéltünk: **az információ maga is képes megváltoztatni a rendszert.**

A közlekedés nemcsak utakat jelent

Ha egy nagyváros közlekedése leáll, elsőre arra gondolunk, hogy az emberek nem jutnak el dolgozni. Ez önmagában is komoly probléma. De kik nem jutnak el dolgozni?

Az orvos.

Az ápoló.

Az erőmű kezelője.

A vízmű szakembere.

A rendőr.

A buszvezető.

Az informatikus.

A hálózati szerelő.

A közlekedési rendszer ezért nem önálló szolgáltatás.

A többi infrastruktúra személyzeti ellátórendszere is.

Egy hóvihár, árvíz vagy közlekedési káosz tehát akkor is veszélyeztetheti az energia- vagy egészségügyi rendszert, ha azok műszakilag teljesen sértetlenek. A gép működik. Csak nincs ott az ember, aki működtesse.

A kórház sem sziget

A kórházakról hajlamosak vagyunk úgy gondolkodni, mint önálló, válságálló intézményekről. Valóban rendelkeznek tartalék rendszerekkel.

De egy modern kórháznak szüksége van:

áramra,

vízre,

gyógyszerekre,

oxigénre,

élelmiszerre,
steril eszközökre,
informatikai rendszerekre,
kommunikációra,
üzemanyagra,
és mindenekelőtt személyzetre.

A tartalék generátor sokat segít. De meddig van hozzá üzemanyag?

Hogyan érkezik az utánpótlás?

Be tudnak-e jutni a dolgozók?

Működik-e a gyógyszerellátás?

Egy intézmény ellenálló képességét ezért nem lehet önmagában vizsgálni. **A kórház annyira ellenálló, amennyire az őt körülvevő város lehetővé teszi.**

Kommunikáció: a város idegrendszere

Egy város működéséhez nem elég, hogy legyenek erőforrásai. Tudni kell, hol vannak.

Hol van hiba?

Hol van szükség mentőre?

Melyik út járható?

Melyik kórház fogad még betegeket?

Hol van működő üzemanyagtöltő állomás?

Hová kell szerelőcsapatot küldeni?

A kommunikáció ezért a város idegrendszere. Ha megsérül, a város nem feltétlenül veszti el az erőforrásait. **Elveszítheti a képességét arra, hogy összehangolja őket.**

Ez sokszor ugyanolyan veszélyes. Lehet tíz szabad mentőautó. Ha a diszpécser nem tud kapcsolatba lépni velük, a rendszer szempontjából majdnem olyan, mintha nem lennének.

És akkor megjelenik a pletyka

Válsághelyzetben a hivatalos kommunikáció nem egyszerűen tájékoztatás. Maga is infrastruktúra. Ha az emberek nem kapnak gyors, érthető és hiteles információt, az információs vákuumot valami más tölti ki.

Pletyka.

Találgatás.

Közösségi média.

Régi fényképek.

Hamis videók.

Szándékos manipuláció.

„Nem lesz víz.”

„Elfogyott az üzemanyag.”

„Lezárták a várost.”

„A kórház már nem fogad beteget.”

Lehet, hogy egyik sem igaz. De ha elegenden hiszik el, következményeik nagyon is valóságossá válhatnak. Ezért egy ellenálló városnak nemcsak tartalék generátorra van szüksége.

Tartalék bizalomra is.

A bizalmat azonban nem lehet a válság kitörése után néhány óra alatt előállítani.

Azt előtte kell felépíteni.

Mikor lesz műszaki hibából közrendi probléma?

Ez az egyik legnehezebb kérdés.

Egy rövid áramszünet bosszúság.

Egy hosszabb áramszünet már megváltoztatja az emberek viselkedését.

Nem működnek a lámpák.

Nem működnek egyes riasztók.

Bezárnak üzletek.

Akadozik a fizetés.

Csökkenhet a kommunikáció.

Az emberek bizonytalanná válnak. A bizonytalanság pedig nem egyformán hat mindenkire. A többség segít másoknak és alkalmazkodik. Néhányan azonban kihasználják a helyzetet. Ezért a közrend sem különálló rendszer.

Függ a világítástól.

A kommunikációtól.

A közlekedéstől.

Az információtól.

És mindenekelőtt a társadalmi bizalomtól.

A rendőrség fontos. De egy többmilliós várost válsághelyzetben sem lehet kizárólag rendőrökkel működtetni. **A város legnagyobb közrendi tartaléka maga az együttműködő lakosság.**

Nem mindenhol kell ugyanaz

Az ellenálló város nem azt jelenti, hogy minden infrastruktúrából kettőt építünk. Ez elképesztően drága és sokszor értelmetlen lenne.

A fontosabb kérdés: **Hol vannak azok a csomópontok, amelyek kiesése túl sok más rendszert ránt magával?**

Lehet ilyen egy alállomás.

Egy híd.

Egy vízmű.

Egy adatközpont.

Egy közlekedési csomópont.

Egy logisztikai központ.

Egyetlen kommunikációs útvonal.

Vagy egy üzemanyag-raktár.

Itt tér vissza a digitális iker gondolata. Egy város digitális modelljében sorra kikapcsolhatjuk ezeket az elemeket.

Mi történik, ha ez a híd nincs?

Mi történik, ha az egyik vízmű kiesik?

Mi történik, ha három napig nincs mobilinternet?

Mi történik, ha egyszerre nincs áram és rendkívüli hideg van?

És mi történik, ha mindeközben hamis információ terjed a lakosság között?

Az AI több százezer vagy akár milliónyi kombinációt vizsgálhat. A cél nem az, hogy megjósolja a következő válságot. Hanem hogy megtalálja: **hol törik el legkönnyebben a város.**

Szigetek a hálózatban

Az ellenálló város egyik érdekes alapelve éppen az lehet, hogy szükség esetén részekre tudjon válni. Ez első hallásra furcsán hangzik. Hiszen eddig mindent összekapcsoltunk. De egy jól megtervezett hálózatnak nemcsak összekapcsolódni kell tudnia.

Leválni is.

Egy városrész bizonyos ideig működhessen saját energiaforrással.

Egy kórház kommunikálhasson akkor is, ha a normál hálózat kiesik.

Egy vízmű rendelkezzen helyi vezérlési lehetőséggel.

Egy közintézmény képes legyen alapvető szolgáltatásokat nyújtani internet nélkül.

A decentralizáció itt nem a központi rendszerek felszámolását jelenti, hanem azt, hogy a hálózat egy részének hibája ne feltétlenül bénítsa meg az egészet. Egy jó hálózat összekapcsol. **Egy ellenálló hálózat szükség esetén szét is tud kapcsolódni.**

A tartalék város

Érdeemes egy gondolkísérletet tenni. Van-e a városnak egyfajta „csökkentett üzemmódja”?

Nem az a kérdés, hogy minden szolgáltatás változatlanul működik-e, hanem hogy a legfontosabbak működnek-e valamilyen szinten.

Van ivóvíz.

Van sürgősségi egészségügyi ellátás.

Működik valamennyi kommunikáció.

Eljut az élelmiszer a lakossághoz.

Mozognak a mentők és tűzoltók.

Van hiteles tájékoztatás.

Fenntartható a közrend.

Egy ellenálló város tehát nem feltétlenül próbálja válság idején fenntartani a normális élet minden kényelmét.

Képes prioritásokat felállítani.

Mi az, ami nélkülözhetetlen?

Mi az, ami korlátozható?

Mi az, ami néhány napra teljesen leállhat?

Ez ugyanolyan fontos tervezési kérdés lehet, mint a tartalék kapacitások létrehozása.

A város legfontosabb infrastruktúrája

És végül ismét eljutunk az emberhez.

Lehetnek generátorok.

Víztározók.

Tartalék kommunikációs rendszerek.

Stratégiai készletek.

Digitális ikrek.

AI-alapú válságkezelő rendszerek.

De egy város ellenálló képességét végső soron azok az emberek határozzák meg, akik benne élnek.

Ismerik-e a teendőket?

Megbízhatnak-e a tájékoztatásban?

Segítenek-e egymásnak?

Képesek-e néhány napig alkalmazkodni?

Tudják-e, hogy nem kell az első bizonytalan hírre megrohamozni a benzinkutat vagy az üzleteket?

Figyelnek-e az idősekre, betegekre, egyedül élőkre?

Mert egy város nemcsak műszaki hálózat.

Emberi hálózat is.

Talán éppen ez a legnagyobb tartaléka.

A város akkor él, ha az áramlások élnek

Egy földrengés után állhatnak még az épületek, miközben a város működése összeomlik.

Egy áramszünetben minden utca ugyanott marad.

A vízvezetékek a földben vannak.

A kórház épülete áll.

A boltok polcai a helyükön vannak.

Mégis valami alapvetően megváltozhat.

Mert a város nem az, amit látunk.

Hanem az, **ami mozog benne.**

Víz.

Energia.

Élelmiszer.

Járművek.

Adatok.

Információ.

Emberek.

Bizalom.

Az ellenálló város ezért nem egyszerűen erősebb infrastruktúrát épít. Úgy tervezi meg ezeket az áramlásokat, hogy egy részük kiesésekor a többi ne álljon le automatikusan.

Legyen másik út.

Legyen tartalék.

Legyen helyi működés.

Legyen csökkentett üzemmód.

És legyen ember, aki tudja, mit kell tenni.

Mert egy város valódi ellenálló képessége nem akkor derül ki, amikor minden rendszere működik.

Hanem akkor, amikor néhány már nem működik – és a város mégis tovább él.



27. Az ellenálló állam

Egy állam normális működését többnyire akkor vesszük észre, amikor valami nem működik.

Amíg van áram, víz, közlekedés, üzemanyag, gyógyszer, internet, rendőrség és működő közigazgatás, ritkán gondolunk arra, milyen elképesztően bonyolult rendszer gondoskodik minderről.

Az állam azonban különleges szereplő.

Az ember felkészülhet néhány napra.

A vállalat kialakíthat második beszállítót.

A város létrehozhat tartalék infrastruktúrát.

De vannak olyan válságok, amelyek már túllépnek mindezekén.

Háború.

Világjárvány.

Országos áramszünet.

Hosszan tartó energiahiány.

Súlyos kibertámadás.

Nagy természeti katasztrófa.

Nemzetközi ellátási láncok megszakadása.

Szélsőséges időjárás.

Ilyenkor jelenik meg igazán az állam egyik legrégebbi feladata: **biztosítani a társadalom alapvető működésének folytonosságát akkor is, amikor a normális rendszerek már nem működnek normálisan.**

Az állam B terve

Egy ország nem tud mindenből annyit raktározni, amennyit lakossága éveken át fogyasztana. Nem is ez a cél. A stratégiai készlet lényege ugyanaz, mint amit korábban a vállalat raktáránál láttunk. **Időt vásárol.**

Ha megszakad egy ellátási lánc, a készlet lehetőséget ad új forrást találni.

Ha hirtelen megugrik az igény, áthidalhatja az átmeneti hiányt.

Ha kiesik egy beszállító ország, időt ad az alkalmazkodásra.

Ezért léteznek stratégiai energiatartalékok, gyógyszer- és egészségügyi készletek, élelmiszer-biztonsági tartalékok, valamint bizonyos kritikus nyersanyagokból és eszközökből fenntartott készletek.

A kérdés azonban itt is ugyanaz, mint a tartalék generátornál: **Valóban használható-e, amikor szükség van rá?**

Hol található?

Milyen állapotban van?

Hogyan juttatjuk el oda, ahol szükség van rá?

Működik-e a szállítás?

Ki dönt a felszabadításáról?

Milyen gyorsan történhet meg?

Egy raktárban lévő egymillió egységnyi készlet semmit sem ér annak, akinek szüksége lenne rá, ha nem tudjuk eljuttatni hozzá.

Nem mindegy, mit tartalékolunk

A stratégiai készletekről általában olaj, földgáz, gabona vagy gyógyszer jut eszünkbe. A XXI. századi civilizáció azonban újfajta függőségeket hozott létre. Mi történik, ha nem élelmiszerből van hiány, hanem egy speciális transzformátorból?

Egy elektronikai alkatrészből?

Egy víztisztításhoz szükséges vegyszerből?

Egy gyógyszerhatóanyagból?

Egy hálózati berendezésből?

Egy ipari vezérlőrendszer pótalkatrészből?

A modern gazdaságban néha egy filléres alkatrész hiánya képes leállítani egy milliárdos rendszert. A stratégiai gondolkodásnak ezért nemcsak azt kell megkérdeznie:

Miből fogyasztunk sokat?

Hanem azt is: **Minek a hiánya állítana le sok mindent?**

A kettő egyáltalán nem ugyanaz.

A decentralizáció furcsa ereje

Első pillantásra válsághelyzetben a centralizáció tűnik logikusnak.

Egy központ.

Egy vezetés.

Egy döntési rendszer.

Egy parancsnoki lánc.

Bizonyos helyzetekben erre valóban szükség van.

De a túlzott centralizáció ugyanazt a problémát teremtheti meg, amelyet a technológiai rendszereknél már láttunk: **egyetlen hibapontot**.

Ha minden információ egy központba fut, annak kiesése bénító lehet.

Ha minden döntéshez központi engedély kell, kommunikációs zavar esetén a helyi szervezetek cselekvőképtelenné válhatnak.

Ha egy ország minden fontos készlete egyetlen helyen található, annak sérülése aránytalanul nagy következményekkel jár.

A reziliens állam ezért érdekes módon egyszerre központosított és decentralizált.

Központilag képes koordinálni.

De helyben is képes cselekedni.

Van központja, de nem csak központja van.

Mi történik, ha a központ elnémul?

Ez egy jó stresszteszt.

Tegyük fel, hogy egy súlyos kibertámadás vagy kommunikációs zavar miatt egy régió órákon keresztül nem tud kapcsolatba lépni a központi irányítással.

Mit tesz a helyi kórház?

A rendőrség?

A vízmű?

Az áramszolgáltató?

Az önkormányzat?

Várnak?

Vagy rendelkeznek előre meghatározott jogosultságokkal és eljárásokkal?

Egy valóban ellenálló rendszerben a helyi egységek bizonyos ideig önállóan is működőképesek. Nem azért, mert nincs szükség központi irányításra, hanem azért, mert **a kapcsolat megszakadása nem szüntetheti meg a döntési képességet is.**

Tartalék infrastruktúra

Az állam egyik legfontosabb feladata a kritikus infrastruktúra védelme.

Energia.

Ivóvíz.

Kommunikáció.

Közlekedés.

Egészségügy.

Pénzügyi rendszer.

Élelmiszer-ellátás.

Digitális szolgáltatások.

De a védelem nem jelentheti kizárólag azt, hogy megpróbáljuk megakadályozni a meghibásodást. Mert előbb-utóbb valami meg fog hibásodni.

Az igazi kérdés: **Mi történik utána?**

Van másik útvonal?

Van tartalék energiaforrás?

Van alternatív kommunikáció?

Van helyi vezérlés?

Van pótalkatrész?

Van másik adatközpont?

Van papíralapú vagy offline eljárás arra az esetre, ha a digitális rendszer eltűnik?

A tartalék infrastruktúra nem feltétlenül egy második, teljes országnyi infrastruktúrát jelent.

Sokkal inkább azt, hogy a rendszer, **sérülés után is képes legyen csökkentett üzemmódban működni.**

A digitális állam Achilles-sarka

Az államok egyre több szolgáltatást digitalizálnak. Ez többnyire jó.

Gyorsabb.

Olcsóbb.

Kényelmesebb.

Az állampolgárnak nem kell sorban állnia. Az adat egyszer kerül be a rendszerbe. A hivatalok összekapcsolódnak. Csakhogy ezzel az állam működése is egyre jobban függ az informatikától. Mi történik, ha egy országos közigazgatási rendszer egy napra leáll?

És ha egy hétre?

Lehet-e beteget ellátni, ha bizonyos egészségügyi adatbázisok nem elérhetők?

Lehet-e segélyt kifizetni?

Lehet-e vámkezelést végezni?

Lehet-e céget működtetni?

Lehet-e igazolni egy jogosultságot?

A digitalizáció egyik fontos alapelve ezért talán ez lehetne:

A kritikus állami szolgáltatásnak legyen meghatározott működési módja arra az esetre is, ha a digitális rendszer átmenetileg nem érhető el.

Lehet lassabb.

Lehet kényelmetlenebb.

Lehet korlátozottabb.

De működjön.

A szakember is stratégiai tartalék

Egy ország stratégiai készleteiben hordók, dobozok és raktárak jelennek meg előttünk. Pedig az egyik legfontosabb tartalék nem tárolható polcon. A szakértelem.

Ki tud helyreállítani egy nagyfeszültségű hálózatot?

Ki ért egy régi ipari vezérlőrendszerhez?

Ki képes egy vízművet szükségüzemben működtetni?

Ki tud egy kritikus szoftverrendszert helyreállítani?

Ki képes járványügyi laboratóriumot működtetni?

A technológiai civilizáció egyre specializáltabb. Ez hatékony.

De néha azt jelenti, hogy egy egész országban meglepően kevés ember ért egy kritikus rendszer bizonyos részéhez.

Ez ugyanúgy **single point of failure**, mint egyetlen transzformátor vagy adatközpont.

Az ellenálló államnak ezért nemcsak anyagi készleteket kell ismernie.

Hanem azt is: **Hol van a kritikus tudás?**

És van-e utánpótlása?

Válságkommunikáció: amikor minden mondat számít

Egy válságban az államnak nemcsak cselekednie kell. El is kell mondania, mit tesz.

Gyorsan.

Érthetően.

Hitelesen.

Ez sokkal fontosabb, mint elsőre látszik.

Ha az emberek nem tudják, mi történik, elkezdik kitölteni az információs űrt.

Találgatással.

Pletykával.

Közösségi médiával.

Hamis hírekkel.

Manipulációval.

Egy rosszul megfogalmazott vagy túl későn érkező hivatalos közlemény ezért fizikai következményekkel járhat.

Megindulhat a felvásárlás.

Megjelenhetnek a sorok a benzinkutaknál.

Az emberek olyan területekről is elindulhatnak, ahonnan nem kellene.

Túlterhelhetik a segélyhívó rendszert.

A válságkommunikáció tehát nem PR. **A kritikus infrastruktúra része.**

De ehhez bizalom kell

Van azonban valami, amit semmilyen válságterv nem tud az utolsó pillanatban előállítani.

A bizalom.

Ha egy állam békeidőben rendszeresen pontatlanul, késve vagy politikai szempontok szerint kommunikál, válsághelyzetben hiába mond igazat. Az emberek egy része nem fog hinni neki.

A társadalmi bizalom ezért ugyanúgy stratégiai tartalék, mint az üzemanyag. Csakhogy sokkal lassabban tölthető fel. És nagyon gyorsan elfogyhat.

A bizalmat békeidőben kell felhalmozni ahhoz, hogy válságban fel lehessen használni.

Az állam sem működik egyedül

Egy modern ország alapvető infrastruktúrájának jelentős része nem feltétlenül az állam tulajdonában van.

Energetikai vállalatok.

Telekommunikációs szolgáltatók.

Bankok.

Élelmiszerláncok.

Logisztikai cégek.

Felhőszolgáltatók.

Gyógyszergyártók.

Közlekedési vállalatok.

A reziliencia ezért nem lehet kizárólag állami program. Állam, önkormányzatok, vállalatok, civil szervezetek és lakosság együttműködésére van szükség. A válság közepén már késő bemutatkozni egymásnak.

A kapcsolatokat előtte kell kialakítani.

A feladatokat előtte kell tisztázni.

És időnként közösen kell gyakorolni.

Az AI mint az ország stressztesztelője

Itt visszatérhetünk a digitális ikrekhez. Képzeljük el egy ország kritikus rendszereinek modelljét.

Energia.

Víz.

Közlekedés.

Egészségügy.

Telekommunikáció.

Élelmiszer.

Pénzügy.

Közigazgatás.

Ellátási láncok.

Lakossági viselkedés.

Az AI feladata pedig legyen egyszerű: **Próbáld működésképtelenné tenni.**

Mi történik, ha kiesik három alállomás?

Ha közben hóhullám van?

Ha egy fontos határátkelő lezár?

Ha egy felhőszolgáltatás is leáll?

Ha hamis hír terjed az üzemanyaghiányról?

Ha mindez egy hosszú hétvégén történik?

A cél nem az, hogy az AI megjósolja a következő katasztrófát.

Hanem hogy megtalálja azokat a kombinációkat, amelyekre mi nem gondoltunk.

Majd jöhet a második feladat: **Most tedd ellenállóbbá – a lehető legkisebb költséggel.**

Ezzel a reziliencia már nem pusztán politikai jelszó lenne, hanem mérnöki optimalizálási probléma is.

Nem minden veszélyre külön terv kell

Lehetetlen minden lehetséges válságra felkészülni. Nem tudjuk, milyen lesz a következő járvány. Hol következik be a következő nagy kibertámadás. Milyen technológiai hiba jelenik meg. Milyen geopolitikai konfliktus szakít meg egy ellátási láncot. És azt sem tudjuk, milyen esemény következik be egyszerre egy másikkal. Ezért a valódi ellenálló képesség nem azt jelenti, hogy minden veszélyhez van egy vastag dossziénk, hanem azt, hogy vannak **általánosan használható képességeink.**

Tartalék energia.

Alternatív kommunikáció.

Mozgósítható készletek.

Helyi döntési képesség.

Szakemberek.

Működő logisztika.

Hiteles tájékoztatás.

Együttműködő intézmények.

Alkalmazkodni képes lakosság.

Ezek sokféle válságban használhatók.

A folytonosság állama

Talán ezért az ellenálló állam legjobb meghatározása nem az, hogy erős. Nem is az, hogy mindent ellenőriz, hanem az, hogy **folytonosságot biztosít**.

A válság előtt felkészül.

A válság kezdetén felismeri, mi történik.

Közben képes dönteni.

Ha egy központ kiesik, mások átveszik a feladatát.

Ha egy út megszakad, van másik.

Ha egy rendszer leáll, van csökkentett üzemmód.

Ha információhiány keletkezik, gyorsan és hitelesen kommunikál.

Ha pedig a válság elmúlik, tanul belőle.

Nem az a cél, hogy az országban soha ne legyen áramszünet, kibertámadás, járvány vagy ellátási zavar. Ez lehetetlen. Az a cél, hogy ezek közül egyik se váljon automatikusan **állami működési válsággá**.

Mert az ellenálló állam nem attól ellenálló, hogy minden csapást kivéd, hanem attól, hogy ha találat éri, tovább működik. És ehhez a legfontosabb dolgokat nem akkor kell megszerezni, amikor már kitört a válság.

A készleteket.

A tartalék rendszereket.

A szakértelmet.

Az együttműködést.

És mindenekelőtt a bizalmat.

Egy ellenálló állam nem a válság után születik meg, hanem jóval előtte.

27. Az ellenálló állam

Biztonságos mindennapok. Működő állam. Erősebb társadalom.

Nem az a kérdés, hogy lesz-e válság, hanem az, hogy felkészülten állunk-e elé.

STRATÉGIAI KÉSZLETEK

Idő a reagáláshoz



- Élelmiszer-tartalékok
- Üzemanyag és energiaforrások
- Gyógyszerek, orvosi eszközök
- Kritikus nyersanyagok
- Víz- és vegyi anyagok
- Rotáció és rendszeres felülvizsgálat

ENERGIAELLÁTÁS

Több lábon álló rendszer



- Diverzifikált források
- Tartalék kapacitások
- Hálózati összeköttetések
- Regionális együttműködés
- Decentralizált termelés
- Gyors helyreállítási képesség

KRITIKUS INFRASTRUKTÚRA

Tartalékok és alternatív útvonalak



- Több útvonal, több lehetőség
- Redundáns rendszerek
- Hid, vasút, közút, kikötő, repülőtér
- Ellenálló adat- és távközlési hálózat
- Védett irányítási rendszerek
- Fizikai és kibervédelem

DECENTRALIZÁCIÓ

Rugalmasabb és ellenállóbb



- Helyi döntési jogkörök
- Regionális tartalék kapacitások
- Több működő központ
- Helyi erőforrásokra építés
- „Szigetüzem” lehetősége
- Egymást segítő térségek

VÁLSÁKKOMMUNIKÁCIÓ

Bizalom a legnagyobb erőforrás



MAGYARORSZÁG

- Gyors, pontos, hiteles tájékoztatás
- Egyértelmű üzenetek
- Több kommunikációs csatorna
- A dezinformáció elleni fellépés
- Folyamatos lakossági tájékoztatás
- Bizalom építése békeidőben

ÉLELMISZER-ELLÁTÁS

Biztonságos hozzáférés



- Hazai termelés támogatása
- Importforrások diverzifikálása
- Raktározási kapacitások
- Ellátási láncok védelme
- Hiányhelyzeti elosztási tervek

EGÉSZSÉGÜGY

Működő ellátás minden helyzetben



- Tartalék kapacitások és készletek
- Fontos intézmények védelme
- Személyzet rendelkezésre állása
- Mobil egészségügyi egységek
- Járványügyi felkészültség

KÖZREND ÉS BIZTONSÁG

Stabilitás a társadalomért



- Rendvédelmi szervek felkészültsége
- Kritikus létesítmények védelme
- Kiberbiztonság és fizikai biztonság
- Válsághelyzeti együttműködés
- Társadalmi bizalom és együttműködés

INFORMÁCIÓS ÉS DIGITÁLIS FOLYTONOSSÁG

Működő állam, elérhető szolgáltatások



- Biztonságos állami adatközpontok
- Alternatív kommunikációs rendszerek
- Kiberfenyegetések elleni védelem
- Alapvető közigazgatási szolgáltatások
- Digitális és papíralapú tartalék megoldások

ELŐRE GONDOLKODNI. GYORSAN REAGÁLNI. EGYÜTT MŰKÖDNI.

FELKÉSZÜLÉS

Forgatókönyvek, gyakorlatok, valós tesztek.



RUGALMASÁG

Több lehetőség, alternatív megoldások.



ELLENÁLLÓSÁG

A működés fenntartása válság idején is.



EGYÜTTMŰKÖDÉS

Állam, önkormányzatok, vállalatok, lakosság.



HOSSZÚ TÁV

Fenntartható, biztonságos és élhető jövő.



„Egy ellenálló állam nem a válság után születik, hanem jóval előtte.”

STABIL ORSZÁG.
ERŐSEBB TÁRSADALOM.
BIZTOSABB JÖVŐ.

28. Ezt tanítani kellene

Az iskolában megtanítjuk a gyerekeknek, hogyan használjon számítógépet.

Hogyan keressen az interneten.

Hogyan készítsen prezentációt.

Hogyan használjon digitális tananyagot.

Egyre inkább azt is meg kell tanítanunk, hogyan használjon mesterséges intelligenciát.

De talán egy másik kérdést is fel kellene tennünk: **Megtanítjuk-e arra, mit tegyen, amikor mindez nincs?**

Nem azért, mert vissza akarjuk fordítani a technológiai fejlődést. Éppen ellenkezőleg. Azért, mert minél jobban függünk a technológiától, annál fontosabb megérteni, mit adtunk át neki.

Egy furcsa tanítási nap

Képzeljünk el egy iskolai napot. Reggel a tanár belép az osztályba, és azt mondja: „**Ma nincs internet.**”

Természetesen valójában van. Csak nem használhatják.

Nincs kereső.

Nincs online térkép.

Nincs közösségi média.

Nincs felhő.

És nincs AI.

Majd kapnak egy feladatot. El kell jutniuk egy megadott helyre. Papírtérképpel.

Ki kell számolniuk, mennyi élelmiszerre és vízre lenne szüksége egy családnak három napra.

Ki kell deríteniük, hogyan jutnának haza, ha nem működne a tömegközlekedés.

Meg kell beszélniük, hogyan érnék el egymást, ha nem működne a mobiltelefon.

Hogyan szereznének hiteles információt?

Mit tennének, ha este sem lenne áram?

Valószínűleg egészen más tanítási nap lenne.

És talán meglepően sok mindent tanulnának.

Nem a múltat kell visszatanítani

Ennek nem az lenne a célja, hogy a gyerekek megtanuljanak úgy élni, mint száz évvel ezelőtt.

Nem kell palatáblát elővenni.

Nem kell elutasítani a számológépet.

Nem kell kidobni a GPS-t.

És természetesen az AI-t sem.

A cél egészen más. **Megérteni, mi történik a technológia mögött.**

Ha megnyitom a csapot, honnan érkezik a víz?

Miért kell a vízellátáshoz sok helyen elektromos energia?

Mi történik a mobilhálózattal egy hosszabb áramszünet során?

Honnan kerül az élelmiszer a szupermarket polcára?

Miért lehet üzemanyag a benzinkút tartályában akkor is, amikor nem tudunk tankolni?

Mi történik a bankkártyával, ha megszakad a kommunikáció?

Miért nem biztos, hogy működik a gázfűtés, ha nincs villany?

Ezek nem mérnöki szakkérdések. **A modern világ alapvető működésének ismeretei.**

A rendszer mögött mindig van egy másik rendszer

Az oktatás hagyományosan tantárgyakra bontja a világot.

Fizika.

Kémia.

Biológia.

Földrajz.

Történelem.

Informatika.

Gazdasági ismeretek.

Ez érthető, mert valahogyan rendszerezniük kell a tudást. A valóság azonban nem tartja tiszteletben az órarendet. Egy áramszünet egyszerre fizika, informatika, gazdaság, társadalomismeret és pszichológia. Egy járvány biológia – de közben logisztika, statisztika, kommunikáció és társadalmi viselkedés is. Egy árvíz földrajzi és meteorológiai esemény – amely pillanatok alatt közlekedési, energetikai, egészségügyi és gazdasági problémává válhat.

A valóság tantárgyközi. Ezért a rezilienciát sem lehet egyetlen tantárgyba bezárni.

„Elment az áram. Mi történik ezután?”

Ez akár egy órai feladat is lehetne.

A tanár felírja a táblára: **72 órás áramszünet egy egymilliós városban.**

Majd megkérdezi: Mi történik az első percben?

Mi történik egy óra múlva?

Hat óra múlva?

Másnap?

A gyerekek csoportokat alkotnak.

Az egyik az ivóvízellátást vizsgálja.

A másik a közlekedést.

A harmadik a kórházakat.

A negyedik a mobilhálózatot.

Az ötödik az élelmiszer-ellátást.

A hatodik a lakosság viselkedését.

Majd összerakják az eredményeket. Ekkor derül ki, hogy az egyik csoport problémája a másik csoport rendszerét is érinti.

A vízműnek áram kell.

A kórháznak víz kell.

A mentőnek üzemanyag.

Az üzemanyagtöltő állomásnak áram.

A javítószemélyzetnek közlekedés.

A válságirányításnak kommunikáció.

Hirtelen már nem tantárgyakat tanulnak. **Rendszert tanulnak.**

És akkor jöhet az AI

Itt válhat a mesterséges intelligencia különösen érdekes oktatási eszközzé. Nem úgy, mint válaszaautomata, hanem mint **szimulációs partner.**

A diákok kapnak egy virtuális várost.

Van erőműve.

Vízműve.

Kórháza.

Úthálózata.

Boltjai.

Raktárai.

Mobilhálózata.

Mentőszolgálat.

Lakossága.

Az AI pedig azt mondja: „**Kiesett az egyik alállomás. Mit tesznek?**”

A diákok döntenek.

Átcsoportosítják az energiát.

Generátorokat küldenek a kórházakhoz.

Majd az AI közli: „A generátorokhoz 18 óra múlva üzemanyag kell.”

Új döntés.

Tartálykocsikat indítanak.

„Az egyik főút baleset miatt lezárult.”

Újratervezés.

„A közösségi médiában elterjedt, hogy elfogy az ivóvíz. A boltokban megkezdődött a felvásárlás.”

Most mit tesznek? A feladatnak nincs egyetlen jó megoldása. És éppen ez benne a lényeg.

A tanár sem tudja előre a választ

Ez gyökeresen más oktatási helyzet. A hagyományos feladatban a tanár ismeri a helyes választ.

Mennyi 12×17 ?

Mikor volt a mohácsi csata?

Mi a víz kémiai képlete?

A komplex rendszereknél azonban sokszor nincs egyetlen helyes válasz. Ha lezárjuk az utat, javulhat a közbiztonság, de romolhat az ellátás.

Ha elsőbbséget adunk a kórháznak az energiaelosztásban, valahonnan el kell venni az energiát.

Ha azonnal bejelentjük a készlethiány veszélyét, őszinték vagyunk – de felvásárlási hullámot is kiválthatunk.

Ha nem jelentjük be, időt nyerünk – de veszélyeztethetjük a bizalmat.

Ezek már nem lexikális kérdések. **Döntési problémák.**

Az AI pedig képes lehet arra, hogy a döntések következményeit folyamatosan visszavezesse a játékba.

„De miért?”

Az AI-nak azonban nem szabad egyszerűen megmondania, mit kell tenni. Sokkal érdekesebb lenne, ha kérdezne.

„Miért ezt választottátok?”

„Milyen feltételezésből indultatok ki?”

„Mi történik, ha ez a feltételezés téves?”

„Kinek kedvez a döntésetek?”

„Kit hoz hátrányos helyzetbe?”

„Milyen másodlagos következménye lehet?”

„Mi lenne a B terv?”

Ezzel az AI nem helyettesítené a gondolkodást. **Kikényszerítené.** Talán ez lenne az egyik legértékesebb szerepe az oktatásban.

A kudarc itt érték

A hagyományos iskolában a hiba általában rossz.

Rossz választ adtál.

Pontot veszítettél.

Roszbabb jegyet kapsz.

Egy válságszimulációban viszont a hiba lehet a legérdekesebb eredmény. A diákok rosszul osztják el az üzemanyagot. Tizenkét óra múlva leáll egy fontos szolgáltatás. Nagyszerű.

Miért?

Hol hibáztak?

Mit nem vettek figyelembe?

Milyen függőséget nem láttak?

Mit tennének másképpen?

Reset.

Újra.

Most már többet tudnak a rendszerről. Pontosan ugyanazt tesszük, amit a digitális ikreknél:

jobb a virtuális világban hibázni, mint a való életben először találkozni a problémával.

Az információs válságot is gyakorolni kellene

A XXI. század válságainak egy része nemcsak fizikai lesz. Információs is. Ezért a szimulációba szándékosan hamis információkat is be lehetne építeni.

A diákok kapnak húsz hírt.

Hivatalos közleményt.

Újságcikket.

Ismeretlen közösségi médiás bejegyzést.

Egy fényképet.

Egy AI-generált videót.

Egy baráttól továbbküldött üzenetet: „A nagybátyám a vízműnél dolgozik, és azt mondta...”

Feladat: **Melyik alapján cselekedtek?**

Mit ellenőriznek?

Mire várnak?

Mit osztanak tovább?

Mikor mondják azt: „Nem tudjuk”? Ez talán ugyanolyan fontos XXI. századi alapkészség lesz, mint megtanulni használni a keresőt.

Vissza néhány egyszerű készséghez

A rendszerszemlélet mellett néhány nagyon hétköznapi képességet is érdemes lenne megtanítani.

Alapvető elsősegély.

Tájékozódás.

Papírtérkép használata.

Fontos információk offline tárolása.

Alapvető háztartási biztonság.

Mit kell tenni áramszünetkor?

Hol lehet elzárni a vizet?

Hogyan kérünk segítséget?

Hogyan készülünk fel néhány napos szolgáltatáskiesésre?

Nem azért, hogy minden gyerekből túlélőt neveljünk. Hanem ugyanazért, amiért úszni tanítjuk. Nem azért, mert arra számítunk, hogy hajótörést szenved. **Hanem mert bizonyos alapvető képességeket jobb azelőtt megtanulni, hogy szükség lenne rájuk.**

Nemcsak gyerekeknek

És itt van egy kellemetlen rész. Mindezt nemcsak az iskolában kellene tanítani. Nekünk is meg kellene tanulnunk. A technológiai változás olyan gyors, hogy ma már az oktatás nem ér véget az iskola kapujában.

Egy vállalat vezetőjének ugyanúgy meg kell értenie a digitális függőségeket.

Egy önkormányzati vezetőnek a városi infrastruktúrák összefüggéseit.

Egy állami döntéshozónak az ellátási láncokat.

Egy átlagos állampolgárnak pedig azt, hogyan különböztesse meg a hiteles információt a manipulációtól.

A reziliencia ezért nem tantárgy. **Kultúra.**

A technológia furcsa paradoxona

Eljutottunk egy különös ponthoz. Azt mondjuk, meg kell tanulnunk időnként technológia nélkül is boldogulni. És ehhez az egyik legfejlettebb technológiát, az AI-t hívjuk segítségül. Elsőre ellentmondásnak tűnik. Pedig nem az. Az AI segítségével gyakorolhatjuk, milyen lenne AI nélkül. A digitális világban megtanulhatjuk, hogyan működünk, ha a digitális világ egy része eltűnik. A technológia tehát nemcsak függőséget teremthet.

Segíthet felismerni a függőségeinket is.

Ehhez azonban másképpen kell használnunk.

Nem minden kérdésre választ kell kérnünk tőle.

Néha azt kell kérnünk: „**Adj nekem egy problémát.**”

Majd: „**Ne oldd meg helyettem.**”

Talán ezt kellene igazán megtanítani

A következő nemzedék valószínűleg nálunk sokkal több mesterséges intelligenciával fog együtt élni. Talán természetes lesz számukra, hogy az AI fordít.

Útvonalat tervez.

Tanít.

Programoz.

Diagnosztizál.

Tanácsot ad.

Információt keres.

Döntéseket készít elő.

Nem az lesz tehát a legfontosabb kérdés, hogy megtanítjuk-e nekik használni. Használni fogják.

A fontosabb kérdés az: **megtanítjuk-e nekik, hogy mit ne adjanak át teljesen neki?**

A tájékozódást.

A kritikus gondolkodást.

Az alapvető problémamegoldást.

A döntés felelősségét.

Az együttműködést.

És azt a képességet, hogy amikor egy rendszer nem működik, ne egyszerűen várják, hogy valaki újra bekapcsolja.

Hanem megkérdezzék: **„Rendben. Akkor most mit tudunk tenni?”**

Talán ez az ellenálló civilizáció egyik legfontosabb alapkészsége. Nem az, hogy mindenre felkészüljünk. Nem is az, hogy technológia nélkül tudjunk élni, hanem az, hogy értsük a rendszereket, amelyektől függünk, felismerjük a gyenge pontjaikat, tudjunk együttműködni, és váratlan helyzetben is képesek maradjunk gondolkodni.

A jövő iskolájának ezért nemcsak arra kellene megtanítania a gyereket, **hogyan használja a világot, amelyet építettünk neki.**

Hanem arra is: **mit tegyen, amikor ez a világ egy időre nem úgy működik, ahogyan megszokta.**

VI. rész – A gazdaság, amelyben már ott van az AI

29. Amikor minden vállalat AI-vállalat lesz

Nem AI-t fognak gyártani – AI-val fognak működni.

Az ipari forradalom után szinte minden vállalat valamilyen értelemben gépeket használó vállalat lett. Nem azért, mert mindenki gépeket gyártott, hanem mert a gépek beépültek a termelésbe.

Később ugyanez történt az elektromossággal.

Ma már különös lenne „elektromos vállalatnak” nevezni egy pékséget csak azért, mert elektromos kemencét, hűtőgépet, világítást és számítógépeket használ. Az elektromosság egyszerűen az infrastruktúra része lett.

A számítógépekkel és az internettel ugyanez történt. Egy szálloda, egy autógyár, egy bank, egy könyvelőiroda vagy egy mezőgazdasági vállalkozás ma informatikai rendszerek nélkül gyakorlatilag működésképtelen lenne.

Az AI-val valószínűleg ugyanez történik.

Néhány év múlva talán már furcsán hangzik majd az a mondat, hogy egy vállalat „AI-t használ”. Körülbelül olyan lesz, mintha ma büszkén közölné:

„A vállalatunk internetet használ.”

Nem az lesz a kérdés, használ-e mesterséges intelligenciát, hanem az, **hol, mire és milyen mértékben támaszkodik rá.**

Az AI eltűnik a háttérben

A technológiai forradalmak egyik érdekes sajátossága, hogy legsikeresebb technológiáik idővel szinte láthatatlanná válnak.

Amikor felkapcsoljuk a villanyt, nem gondolunk az erőművekre. Amikor bankkártyával fizetünk, nem gondolunk az adatközpontokra és a kommunikációs hálózatokra. Amikor autónk navigációja új útvonalat javasol, nem foglalkozunk azzal, milyen számítások történnek a háttérben.

Az AI is ilyen infrastruktúrává válhat.

Ott lesz a vállalat szinte minden folyamatában:

- elemzi az értékesítési adatokat;
- előre jelzi a keresletet;

- kezeli a készleteket;
- segíti a könyvelést;
- ellenőrzi a szerződéseket;
- válaszol az ügyfelek kérdéseire;
- támogatja a mérnökök munkáját;
- készíti a reklámanyagok első változatait;
- keres a vállalat dokumentumaiban;
- figyeli a gépek állapotát;
- optimalizálja a szállítást;
- és segít a vezetőknek a döntések előkészítésében.

A mesterséges intelligencia tehát nem feltétlenül egy külön részleg lesz a vállalatban.

Beépül magába a vállalatba.

A digitális idegrendszer

Egy mai nagyvállalat valójában már most is különös információs organizmus.

Szenzorok figyelik a gépeket. Informatikai rendszerek követik a készleteket. Kamerák ellenőrzik a gyártást. Ügyfélkapcsolati rendszerek rögzítik a vásárlók viselkedését. A pénzügyi rendszerek folyamatosan mérik a bevételeket és kiadásokat.

Óriási mennyiségű adat keletkezik. Eddig azonban ennek feldolgozása nagyrészt előre megírt programokra és emberi elemzőkre támaszkodott.

Az AI megjelenésével a vállalat mintha **digitális idegrendszert** kapna.

Az adatok nem egyszerűen tárolódnak. Értelmeződnek.

A rendszer észreveheti, hogy egy alkatrész szokatlanul gyorsan melegszik. Felismerheti, hogy egy termék iránt hirtelen nő a kereslet. Figyelmeztethet arra, hogy egy beszállító késése veszélyezteti a termelést. Észlelheti az ügyfelek elégedetlenségének korai jeleit.

És egyre gyakrabban nemcsak jelez majd, **cselekvést is javasol**.

Először tanácsadó

Az első szakaszban az AI elsősorban segít. Az ember kérdez, a gép válaszol.

- Miért csökkent az értékesítés?
- Melyik beszállítóval van a legtöbb probléma?
- Mekkora készletre lesz szükségünk jövő hónapban?
- Melyik szerződés tartalmaz számunkra szokatlan feltételeket?

Az AI elemzi az adatokat, összefoglalja az információkat, alternatívákat kínál. A döntést azonban még ember hozza meg.

Ez a **tanácsadó AI** világa.

Aztán munkatárs

A következő lépésben már feladatokat kap.

Nemcsak azt mondjuk neki: „Írd le, mely ügyfeleknek kellene ajánlatot küldenünk.”

Hanem azt: „Készíts ajánlatot ezeknek az ügyfeleknek.”

Majd: „Küldd el nekik.”

Később: „Kövesd a válaszokat, és egyeztess velük időpontot.”

Egy ponton már nem egyszerűen eszközt használunk. **Feladatot delegálunk.**

Ez apró nyelvi különbségnek tűnik, gazdasági szempontból azonban óriási változás. A hagyományos szoftvernek megmondjuk, **hogyan** hajtsa végre a feladatot. Az AI-rendszernek egyre inkább azt mondjuk meg, **mit szeretnénk elérni.**

Végül szervezeti szereplő

Innen már csak egy lépés az AI-ügynök.

Kap egy célt, hozzáférést bizonyos adatokhoz és eszközökhöz, majd önállóan végrehajtja a feladat lépéseit. Egy beszerzési AI például észlelheti, hogy fogy egy alapanyag.

Megnézi a várható termelést.

Ajánlatokat kér.

Összehasonlítja az árakat.

Ellenőrzi a szállítási határidőket.

Értékeli a beszállítók korábbi teljesítményét.

Majd előkészíti – bizonyos értékhatár alatt akár végre is hajtja – a rendelést.

A másik oldalon pedig lehet, hogy már nem ember válaszol neki, hanem **egy másik vállalat AI-ja**. Ezzel azonban már egy egészen új gazdasági világ küszöbéhez érkezünk – amelyre a 32. fejezetben még visszatérünk.

Mi marad az embernek?

Könnyű lenne ebből arra következtetni, hogy az ember lassan feleslegessé válik a vállalatban. De valószínűleg nem ilyen egyszerű a helyzet. Az AI különösen erős lehet az információfeldolgozásban, mintázatok felismerésében, rutin kommunikációban, tervezésben és optimalizálásban. Sokkal nehezebb azonban gépre bízni például:

a vállalat hosszú távú céljainak meghatározását,

az értékek közötti választást,

a felelősség vállalását,

a bizalom kialakítását,

az emberek vezetését,

vagy annak eldöntését, **mit nem szabad megtenni akkor sem, ha gazdaságilag előnyös lenne.**

Az AI tehát nem feltétlenül megszünteti a vállalat emberi oldalát, inkább átrendezi.

A gyorsabb vállalat

Van azonban egy kevésbé látványos következmény is.

Felgyorsulhat maga a vállalat.

Régen egy piaci elemzés elkészítése heteket igényelhetett. Egy jelentés napokig készült. Egy reklámkampányhoz különböző szakemberek egész sora dolgozott. Ha ezek jelentős részét AI segíti, ugyanaz a szervezet sokkal gyorsabban reagálhat. Ez versenyelőnyre válik. És itt jelenik meg az AI gazdasági terjedésének egyik legerősebb motorja.

Lehet, hogy egy vállalat vezetője nem rajong a mesterséges intelligenciáért.

Lehetnek kétségei.

Lehet óvatos.

De ha versenytársa ugyanazt a terméket olcsóbban, gyorsabban és pontosabban állítja elő AI segítségével, akkor előbb-utóbb választania kell: **alkalmazkodik – vagy lemarad.**

Így az AI terjedését nem pusztán a technológiai lelkesedés hajtja, hanem a verseny.

Nem az AI-vállalat lesz különleges

Az átmeneti korszakban még beszélünk majd „AI-alapú vállalatokról”, „AI-stratégiáról” és „AI-transzformációról”. De ezek a kifejezések valószínűleg idővel elveszítik jelentőségüket.

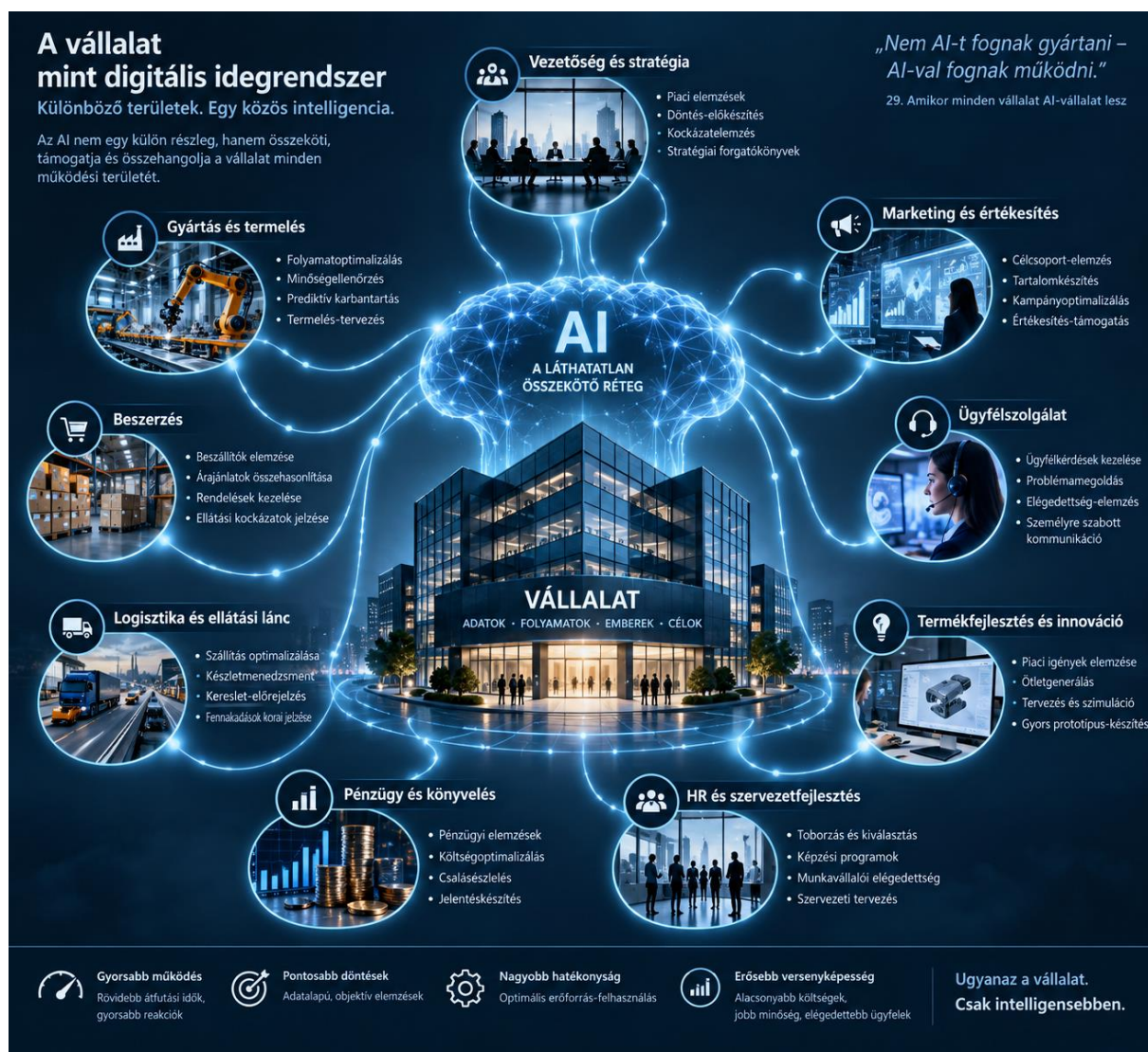
Ahogy nincs külön „elektromossági stratégiája” minden pékségnek, úgy talán AI-stratégiáról sem beszélünk majd. Egyszerűen ez lesz a vállalat működésének természetes módja. És ekkor válik igazán érdekessé a kérdés.

Nem az, hogy: „Elveszi-e az AI a munkánkat?”

Hanem az: „Milyen lesz az ember munkája egy olyan vállalatban, ahol szinte minden munkafolyamatban jelen van egy mesterséges munkatárs?”

Mert lehet, hogy először nem a munkahelyek tűnnek el, hanem valami sokkal kevésbé látványos történik: **észrevétlenül megváltozik maga a munkakör.**

És ezzel megérkezünk a következő fejezethez: **A láthatatlan munkatárshoz.**



30. A láthatatlan munkatárs

Nem feltétlenül a munkák tűnnek el először, hanem a munkakörök alakulnak át. Amikor a mesterséges intelligencia és a munka jövője kerül szóba, szinte mindig ugyanaz a kérdés hangzik el:

Melyik foglalkozásokat veszi el az AI?

Könyvelők? Programozók? Fordítók? Ügyfélszolgálatosok? Grafikusok? Jogászok? Újságírók?

A kérdés érthető – de talán rosszul tesszük fel. Egy foglalkozás ugyanis ritkán egyetlen feladatból áll.

Egy orvos nemcsak diagnózist állít fel. Beszél a beteggel, megvizsgálja, mérlegeli a lehetőségeket, dokumentál, konzultál más orvosokkal, döntéseket hoz és felelősséget vállal.

Egy mérnök sem egyszerűen számol. Tervez, ellenőriz, egyeztet, dokumentációt készít, problémákat old meg, kompromisszumokat keres.

Egy tanár sem csupán információt ad át. Magyaráz, kérdez, motivál, fegyelmez, értékel, felismeri, ha valaki lemaradt, és néha egyszerűen csak észreveszi, hogy egy gyerekkel valami nincs rendben.

Ezért az AI valószínűleg sok esetben nem úgy jelenik meg a munkahelyeken, hogy egyik reggel megérkezik, az ember pedig távozik. Sokkal kevésbé látványos folyamat kezdődik. **A munkakör belseje változik meg.**

A foglalkozás valójában feladatok csomagja

Képzeljünk el egy irodai dolgozót, akinek egy munkanapja tíz különböző feladatból áll.

Levelezik.

Információkat keres.

Táblázatokat készít.

Jelentést ír.

Értekezleten vesz részt.

Jegyzőkönyvet készít.

Ügyfelekkel beszél.

Döntési alternatívákat értékel.

Prezentációt állít össze.

Végül döntéseket hoz.

Mi történik, ha az AI ebből a tíz feladatból négyet szinte teljesen, további hármat pedig részben át tud venni? A munkakör nem feltétlenül szűnik meg. De már nem ugyanaz a munkakör. Az ember kevesebb időt tölt információkereséssel, formázással, adminisztrációval és rutinszövegek elkészítésével, miközben több ideje marad ellenőrzésre, döntésekre, kapcsolatokra és olyan problémákra, amelyekhez valóban emberi mérlegelés szükséges. Ezért a munka jövőjének talán nem a foglalkozás, hanem a **feladat** az egyik legfontosabb egysége.

Megérkezik a kolléga, akinek nincs íróasztala

Az AI különös munkatárs.

Nem ül mellettünk.

Nincs ebédszünete.

Nem kér szabadságot.

Nem sértődik meg, ha visszadobjuk a munkáját.

Másodpercek alatt átolvashat több száz oldalnyi dokumentumot, készíthet tíz változatot ugyanabból a szövegből, összehasonlíthat adatokat, kereshet összefüggéseket vagy összefoglalhat egy hosszú értekezletet. És egyre gyakrabban ott lesz azokban a programokban, amelyeket egyébként is használunk.

A levelezőprogramban.

A szövegszerkesztőben.

A táblázatkezelőben.

A vállalatirányítási rendszerben.

A tervezőprogramban.

Az ügyfélkapcsolati rendszerben.

Talán külön AI-programot sem kell majd megnyitnunk. Ezért nevezhetjük **láthatatlan munkatársnak**.

Ugyanaz az ember – nagyobb teljesítménnyel

Az AI egyik legérdekesebb gazdasági hatása nem feltétlenül az lesz, hogy helyettesít embereket, hanem az, hogy **megnöveli egy ember teljesítőképességét**.

Egy programozó gyorsabban írhat és ellenőrizhet kódot.

Egy jogász gyorsabban kereshet több ezer oldalnyi iratban.

Egy mérnök több tervváltozatot vizsgálhat meg.

Egy kisvállalkozó olyan piaci elemzéseket készíthet, amelyekhez korábban külön szakember kellett.

Egy kutató gyorsabban tekintheti át a szakirodalmat.

Egy újságíró nagy adathalmazokban kereshet összefüggéseket.

Egy tanár személyre szabott gyakorlófeladatokat készíthet.

A kérdés tehát nem egyszerűen az lesz: **ember vagy gép?**

Sokkal inkább: **ember gép nélkül – vagy ember géppel?**

És ez egészen más versenyhelyzet.

Nem az AI veszi el a munkádat?

Gyakran idézik azt a gondolatot, hogy nem feltétlenül az AI veszi el az ember munkáját, hanem egy másik ember, **aki jobban tud együtt dolgozni az AI-val**. A mondat túlzó, ha általános törvényként kezeljük, de fontos felismerést tartalmaz.

Megjelenik egy új szakmai képesség: **az AI-val való együttműködés képessége**.

Nem elegendő megkérdezni valamit a géptől.

Tudni kell megfelelően meghatározni a problémát.

Észre kell venni, ha a válasz hibás.

Fel kell ismerni, melyik feladatot érdemes átadni neki, és melyiket nem.

Ellenőrizni kell a forrásokat.

Össze kell kapcsolni a gép eredményét saját tapasztalatainkkal.

És mindenekelőtt: **nem szabad összetéveszteni a magabiztos választ a helyes válasszal.**

A paradoxon: a szakértelem még fontosabb lehet

Első pillantásra úgy tűnhet, hogy ha az AI sok mindent tud, akkor kevésbé van szükség emberi tudásra. Bizonyos területeken valóban csökkenhet a belépési küszöb. De megjelenik egy furcsa paradoxon. Minél jobb az AI, annál nehezebb lehet felismerni a ritka hibáit. Egy teljesen rossz rendszerrel könnyű óvatosnak lenni. Egy 99 százalékban kiváló rendszer sokkal veszélyesebb lehet, ha az ember már megszokta, hogy szinte mindig igaza van.

A századik esetben azonban talán éppen a szakértőnek kell kimondania: „**Nem. Ez most nem stimmel.**”

Ehhez pedig tudás kell.

Tapasztalat kell.

És néha az a nehezen megfogalmazható szakmai intuíció, amely évtizedek alatt alakul ki.

Mi történik a kezdőkkel?

Itt azonban megjelenik egy komoly probléma.

A tapasztalt szakember azért képes ellenőrizni az AI munkáját, mert korábban maga is elvégezte ugyanazokat a feladatokat. De hogyan lesz tapasztalt szakember abból a pályakezdőből, akinek már kezdettől fogva az AI végzi el ezeket?

Hogyan tanul meg diagnosztizálni az orvos, ha a diagnózis első változatát mindig a gép adja?

Hogyan tanul meg programozni a programozó, ha a kód jelentős részét AI írja?

Hogyan tanul meg érvelni a jogász, ha a jogi elemzés első változatát a rendszer készíti?

A korábbi világban a rutinmunka gyakran unalmas volt. De közben **tanított**. A kezdő ezeken a feladatokon keresztül tanulta meg a szakma apró szabályait, kivételeit és buktatóit. Ha ezeket teljes egészében automatizáljuk, könnyen kialakulhat egy különös helyzet:

szükségünk lesz tapasztalt szakemberekre – miközben megszüntetjük azt az utat, amelyen tapasztalt szakemberré lehet válni.

Ez az AI-korszak egyik kevésbé látványos, de nagyon fontos problémája lehet.

A főnök szerepe is megváltozik

Az AI nemcsak a beosztottak munkáját alakíthatja át. A vezetőét is.

A mai vezető munkájának jelentős része információgyűjtésből, jelentések olvasásából, feladatok kiosztásából és ellenőrzésből áll. Ha egy AI folyamatosan követi a vállalat működését, összefoglalja az eseményeket, jelzi az eltéréseket és döntési lehetőségeket javasol, akkor a vezető szerepe is eltolódik.

Kevesebb információgyűjtés.

Kevesebb mikromenedzsment.

Több célmeghatározás.

Több mérlegelés.

És több felelősség.

Mert az AI mondhatja: „Ezt javaslom.”

De valakinek továbbra is ki kell mondania: „Ezt fogjuk tenni.”

A veszély: amikor már csak rábólintunk

Van azonban egy másik lehetséges jövő is.

Az AI olyan jó lesz a javaslatok készítésében, hogy az ember fokozatosan leszokik az önálló gondolkodásról.

Először ellenőrizzük.

Később csak átfutjuk.

Végül automatikusan jóváhagyjuk.

Papíron továbbra is az ember dönt. A valóságban azonban már csak **rábólint a gép döntésére**. Ez különösen veszélyes lehet olyan területeken, ahol a döntéseknek jogi, pénzügyi, egészségügyi vagy társadalmi következményei vannak. A „human in the loop” önmagában nem garancia semmire, ha az ember szerepe pusztán formalitássá válik.

Talán nem kevesebbet dolgozunk – hanem mást

A technológiai forradalmak története arra figyelmeztet, hogy a termelékenység növekedése nem feltétlenül jelent automatikusan kevesebb munkát.

Gyakran inkább **többet várunk el ugyanannyi idő alatt**.

Ha AI segítségével egy jelentést nem két nap, hanem két óra alatt lehet elkészíteni, könnyen lehet, hogy nem kapunk másfél nap szabadságot. Hanem kapunk még öt jelentést. Ezért az AI munkahelyi hatása nemcsak technológiai kérdés. Szervezeti és társadalmi kérdés is:

mire használjuk fel a felszabaduló emberi időt?

Még több teljesítményre?

Vagy jobb munkára?

A munkatárs, akit mindenki magával visz

Néhány év múlva talán természetes lesz, hogy szinte minden szellemi munkát végző embernek van egy vagy több személyes AI-segítője.

Ismeri a munkáját.

Ismeri a dokumentumait.

Emlékszik a korábbi projektekre.

Segít felkészülni egy tárgyalásra.

Figyelmeztet a határidőkre.

Összefoglalja, mi történt, amíg szabadságon volt.

Megkeresi azt a dokumentumot, amelyről csak arra emlékszünk, hogy „valamikor tavaly láttuk”.

Nem főnök.

Nem beosztott.

Nem egészen eszköz.

Valami új kategória.

A láthatatlan munkatárs.

És ha egyetlen ember mellett már nem egyetlen ilyen munkatárs dolgozik, hanem egész virtuális csapat – kutató, programozó, könyvelő, grafikus, marketinges és asszisztens –, akkor újabb határ kezd elmosódni. Az, hogy mekkora szervezet kell egy vállalkozás működtetéséhez. Mert lehet, hogy a jövő egyik különös vállalata mindössze egyetlen emberből áll. Legalábbis emberből.

A többiek AI-k lesznek. És ezzel elérkezünk az **egyszemélyes vállalathoz.**

30. A láthatatlan munkatárs

Nem feltétlenül a munkák tűnnek el először,
hanem a munkakörök alakulnak át.

„Nem az a kérdés, hogy az AI
elveszi-e a munkát, hanem az,
hogyan változtatja meg azt.”

STRATÉGIA
KREATIVITÁS
KAPCSOLATOK
ÉRTÉKEK
FELELŐSSÉG
EMBERI SZEMPONT

AI

Információkeresés elemzés

- Adatgyűjtés
- Összefoglalás
- Trendek felismerése
- Jelentések készítése

Tartalomkészítés

- Szövegek
- Prezentációk
- Képek, videók
- Fordítás, lokalizáció

Szervezés és adminisztráció

- Időpont-egyeztetés
- E-mailek kezelése
- Dokumentumok rendszerezése
- Emlékeztetők, teendők

Együttműködés

- Értékelemek összefoglalása
- Feladatok követése
- Belső kommunikáció
- Tudásmegosztás

Döntéstámogatás

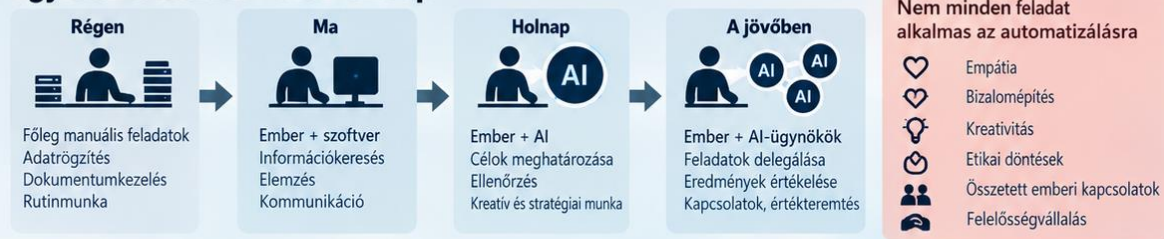
- Forgatókönyvek
- Kockázatelemzés
- Alternatívák
- Javaslatok

Az ember továbbra is nélkülözhetetlen – csak másképp. Több figyelem a lényegre.

ÖTLETEK
TERVEK
EMBERI DÖNTÉSEK

HATÉKONYABB MUNKA
NAGYOBB LEHETŐSÉGEK
ÚJ KÉPESSÉGEK
EMBER + AI

Ugyanaz a munka – más szerep



Új készségek

AI-használat, kritikus gondolkodás,
problémamegoldás



Élethosszig tartó tanulás

A munkakörök változnak –
a tanulás kulcsfontosságú



Emberi értékek

A technológia eszköz –
a cél továbbra is emberi



Új lehetőségek

Kevesebb rutin, több értelmes munka

„A legjobb eredmény akkor születik, amikor az ember azt csinálja, amiben ember –
és az AI azt, amiben gép.”

31. Az egyszemélyes vállalat

Mire képes egyetlen ember, ha egy virtuális vállalatnyi AI dolgozik mellette?

Képzeljünk el egy vállalkozót. Van egy ötlete, de nincs alkalmazottja. Nincs titkárnője, könyvelési osztálya, marketingese, grafikus, programozója, piackutatója vagy ügyfélszolgálat.

Húsz évvel ezelőtt ez komoly korlátot jelentett volna. Egy bizonyos méret fölött egyszerűen embereket kellett felvennie.

Most azonban leül a számítógépe elé.

Megkér egy AI-t, hogy elemezze a piacot.

Egy másikkal üzleti tervet készített.

A harmadik megtervezi a honlapot.

A negyedik megírja a programot.

Az ötödik elkészíti a reklámokat.

A hatodik figyeli az ügyfelek kérdéseit.

A hetedik elemzi az értékesítési adatokat.

A nyolcadik fordít.

A kilencedik ellenőrzi a szerződéseket.

A tizedik pedig reggelente összefoglalja neki, **mit csinált a többi kilenc.**

A vállalatnak továbbra is egyetlen emberi dolgozója van. De már nem egyszemélyes szervezetként működik, hanem úgy, mintha egy kisebb vállalat állna mögötte.

A vállalat eddig emberekből állt

A vállalat történelmileg részben azért jött létre, mert egyetlen ember képességei és ideje korlátozottak.

Valaki jól értett a gyártáshoz.

Más az értékesítéshez.

Megint más a könyveléshez.

Kellett vezető, adminisztrátor, mérnök, kereskedő, jogász.

Ahogy nőtt a vállalat, nőtt a munkamegosztás is.

Ennek azonban ára volt. Minél több ember dolgozott együtt, annál több energiát kellett fordítani **magának az együttműködésnek a megszervezésére.**

Értekezletekre.

Levelezésre.

Jelentésekre.

Feladat kiosztásra.

Ellenőrzésre.

Vezetési szintekre.

Egy százfős vállalat nem egyszerűen százszor annyi munkát végez, mint egyetlen ember. Saját működésének fenntartása is jelentős erőforrásokat igényel.

Az AI ebből a szempontból valami egészen újat hozhat.

A virtuális szervezet

A vállalkozó azt mondhatja személyes AI-asszisztensének:

„Szeretnék Svédországban is megjelenni ezzel a termékkel. Vizsgáljátok meg, hogyan lehetne.”

Innen több AI-rendszer dolgozhat párhuzamosan.

Az egyik piacot kutat.

A másik versenytársakat elemez.

A harmadik szabályozási követelményeket keres.

A negyedik költségeket számol.

Az ötödik marketingstratégiát készít.

A hatodik lefordítja a honlapot.

Majd egy koordináló AI összegzi az eredményeket:

„Három lehetőséget találtunk. Ezt javasoljuk, ezekkel a költségekkel és ezekkel a kockázatokkal.”

A vállalkozónak nem feltétlenül kell tudnia, melyik AI pontosan mit végzett el.

Ugyanúgy, ahogy egy nagyvállalat vezérigazgatója sem ismeri személyesen minden alkalmazott napi munkáját. A különbség az, hogy ez a „vállalat” akár egy laptop mögött is elfér.

Egy emberből vezérigazgató

Ez az ember munkáját is alapvetően megváltoztatja. Egyre kevésbé ő végzi el közvetlenül a feladatokat. Inkább célokat határoz meg.

Feladatokat oszt ki.

Eredményeket ellenőriz.

Prioritásokat állít.

Döntéseket hoz.

Vagyis bizonyos értelemben minden ilyen vállalkozóból **vezérigazgató** lesz. Csakhogy alkalmazottai digitálisak. A legfontosabb képessége ezért talán már nem az lesz, hogy mindent maga tudjon elvégezni.

Hanem hogy tudja: **mit kell elvégezni**.

A méret elveszítheti régi jelentőségét

Ez gazdaságilag komoly változás lehet. Korábban bizonyos feladatokhoz egyszerűen szervezet kellett.

Egy nemzetközi kampányhoz marketingcsapat.

Egy szoftver elkészítéséhez programozók.

Egy termék piacra viteléhez grafikus, kereskedő, fordító, jogász és adminisztráció.

Ha ezek egy részét AI-rendszerek képesek ellátni, akkor a kisvállalkozások olyan képességekhez juthatnak, amelyek korábban csak nagyobb cégek számára voltak megfizethetők.

Egy háromfős vállalkozás bizonyos területeken úgy működhet, mint egy harmincfős.

Egy tízfős pedig úgy, mint egy százfős.

És szélsőséges esetben: **egy ember úgy, mint egy egész vállalat**.

A nagyvállalatok előnye sem tűnik el

Könnyű lenne azonban arra következtetni, hogy az AI majd eltörli a nagy és kis vállalatok közötti különbségeket. Valószínűleg nem.

A nagyvállalatnak továbbra is lehet több tőkéje, több adata, saját infrastruktúrája, erősebb márkája, nagyobb ügyfélköre és jobb hozzáférése a legfejlettebb AI-rendszerekhez. Sőt, ugyanaz az AI, amely megsokszorozza egyetlen ember képességeit, **megsokszorozhatja egy tízezer fős vállalat képességeit is**. Ezért két, egymással ellentétes folyamat indulhat el egyszerre.

Az AI csökkentheti a vállalkozás indításának küszöbét.

Ugyanakkor tovább növelheti a legerősebb szereplők erejét.

Hogy melyik hatás lesz erősebb, ma még nem tudjuk.

A világpiac egyszemélyes szereplője

Az internet már korábban lehetővé tette, hogy egy kisvállalkozás globális piacra lépjen. Az AI ezt tovább erősítheti.

A nyelvi akadály csökken.

A marketing automatizálható.

Az ügyfélszolgálat éjjel-nappal működhet.

A dokumentáció több nyelven elkészülhet.

A helyi piacokról gyors elemzés készülhet.

Egy magyar vállalkozó akár úgy értékesíthet Japánban, Brazíliában vagy Kanadában, hogy nem beszél japánul, portugálul vagy franciául. A vállalkozás földrajzi mérete elszakadhat **emberi létszámától**. Ez korábban szinte elképzelhetetlen lett volna.

De ki vállalja a felelősséget?

Itt azonban előkerül ugyanaz a kérdés, amely az AI szinte minden alkalmazásánál visszatér. Ha tíz AI-ügynök dolgozik egyetlen ember mellett, ki felel a döntéseikért? A válasz egyelőre egyszerűnek tűnik: **az ember**.

Csakhogyan képes lesz-e valóban ellenőrizni őket? Tegyük fel, hogy egy AI hibás piaci adatot talál.

Egy másik erre építi a pénzügyi tervet.

A harmadik ennek alapján áraz.

A negyedik elindítja a reklámkampányt.

Az ötödik pedig rendeltetést ad le.

Egyetlen kezdeti tévedés végigfuthat az egész virtuális szervezeten. Miközben kívülről úgy tűnik, hogy sok egymást ellenőrző szakember dolgozott a döntésen. Pedig lehet, hogy mindegyik ugyanabból a hibás információból indult ki.

A sok AI nem feltétlenül jelent sok független véleményt.

Ez fontos különbség.

A virtuális vállalatnak is kell fék

Ezért az egyszemélyes AI-vállalat működésében talán éppen az ellenőrzési pontok lesznek a legfontosabbak. Nem minden döntést kell az ember elé vinni. Nevetséges lenne minden egyes

e-mailt, számlát vagy időpont-egyeztetést jóváhagyni. De bizonyos határokat érdemes lehet meghúzni.

Tízezer forintos rendelés? Mehet automatikusan.

Tízmilliós szerződés? Álljunk meg.

Szokásos ügyfélválasz? Küldhető.

Jogi kötelezettségvállalás? Nézze meg ember.

Az autonómia tehát nem feltétlenül igen vagy nem kérdése.

Lehetnek fokozatai.

Ahogy egy vállalat vezetője sem ellenőriz minden apró döntést, de meghatározza, ki milyen értékhatárig és milyen ügyekben dönthet önállóan.

Egy ember – egyetlen gyenge pont

Az egyszemélyes vállalatnak van még egy sajátos problémája. Hiába dolgozik mellette húszt AI, az ember továbbra is csak egyetlen ember.

Megbetegedhet.

Elfáradhat.

Rosszul dönthet.

Elfogult lehet.

Beleszerethet saját ötletébe. És nincs feltétlenül mellette kolléga, aki azt mondja: „**Károly, szerintem ez örültség.**”

Ez elsőre tréfás részletnek tűnik, pedig fontos szervezeti funkció. A vállalatban dolgozó emberek nemcsak munkát végeznek.

Ellentmondanak egymásnak.

Vitatkoznak.

Más tapasztalatokat hoznak.

Másképpen látják ugyanazt a problémát.

Egy jól működő szervezet intelligenciája ezért több lehet tagjai intelligenciájának egyszerű összegénél. Ha az egyszemélyes vállalkozó AI-segítőt mind hozzá alkalmazkodnak, könnyen kialakulhat egy rendkívül hatékony, gyors – és saját tévedéseit folyamatosan megerősítő rendszer.

Egy ember száz ember erejével

Mindezek ellenére az egyszemélyes vállalat lehet az AI gazdasági forradalmának egyik legérdekesebb következménye. Nem azért, mert minden vállalat egyszemélyessé válik. Hanem mert radikálisan megváltozhat az, hogy **egy ember mire képes**.

Az ipari forradalom megsokszorozta az ember fizikai erejét.

Egy markológép kezelője annyi földet mozgathat meg, amennyit korábban emberek százai.

A számítógép megsokszorozta számítási képességünket.

Az internet megsokszorozta információs elérésünket.

Az AI pedig talán valami újat sokszoroz meg: **a szervezőképességünket és a szellemi munkavégző kapacitásunkat**. Egy ember mögött megjelenhet egy egész virtuális szervezet.

Kutatók.

Elemzők.

Programozók.

Fordítók.

Tervezők.

Adminisztrátorok.

Tanácsadók.

Mind digitálisan.

Mind egyszerre dolgozva.

Mind egyetlen ember céljait követve.

Ez óriási szabadságot adhat az alkotónak és a vállalkozónak. De óriási hatalmat is koncentrálhat egyetlen kézben. És innen már csak egy lépés egy még különösebb gazdaság.

Mi történik akkor, amikor ezek a virtuális vállalatok már nemcsak az emberrel kommunikálnak?

Amikor a beszerzési AI felhívja a beszállító értékesítési AI-ját.

Amikor alkudozni kezdenek.

Amikor szerződnek.

Amikor rendelnek.

Amikor fizetnek.

És mindezt olyan sebességgel teszik, amelyet az ember már követni sem képes.

Akkor az egyszemélyes vállalat után megjelenik valami még szokatlanabb: **a gazdaság, amelyben gépek üzemelnek gépekkel.**

32. Amikor gépek üzemelnek gépekkel

AI-ügynökök rendelnek, tárgyalnak, áraznak és szerveznek más AI-rendszerekkel. Mi történik, amikor a gazdasági mikrodöntések jelentős részéből kimarad az ember?

Képzeljünk el egy egészen hétköznapi helyzetet. Egy pékség lisztkészlete fogyóban van. Ma valaki ezt észreveszi, megnézi a készletnyilvántartást, felhívja vagy elektronikus úton eléri a beszállítót, ellenőrzi az árakat, majd rendel. A közeljövőben talán mindebből semmit sem látunk.

A pékség AI-rendszere érzékeli a készlet csökkenését.

Megnézi az elmúlt hetek fogyását.

Figyelembe veszi az időjárást, a közelgő ünnepet és a várható forgalmat.

Kiszámítja, mennyi lisztre lesz szükség.

Kapcsolatba lép több beszállító AI-ügynökével.

Ajánlatokat kér.

Alkudozik az árról.

Ellenőrzi a szállítási időt.

Kiválasztja az optimális ajánlatot.

Megrendeli az árut.

A beszállító rendszere továbbítja a rendelést a raktár AI-jának.

Az megszervezi a komissiózást.

Egy másik rendszer kiválasztja a fuvarozót.

A logisztikai AI megtervezi az útvonalat.

A számlázórendszer kiállítja a számlát.

A pénzügyi rendszer teljesíti a fizetést.

Másnap reggel megérkezik a liszt.

Egyetlen ember sem tárgyalt egyetlen emberrel sem, mégis lezajlott egy teljes gazdasági tranzakció.

A gépek közötti gazdaság már elkezdődött

Bizonyos értelemben ez nem teljesen új jelenség. Számítógépek évtizedek óta kommunikálnak egymással.

Banki rendszerek utalásokat hajtanak végre.

Tőzsdei algoritmusok adnak és vesznek értékpapírokat.

Webáruházak automatikusan frissítik készleteiket.

Logisztikai rendszerek útvonalakat terveznek.

Az újdonság nem önmagában az automatizálás, hanem az **önállóság foka**.

A hagyományos program előre meghatározott szabályokat követ: **ha A történik, tedd B-t.**

Az AI-ügynök ezzel szemben célt kaphat: **„Biztosítsd a következő hónap alapanyag-ellátását a lehető legkedvezőbb feltételekkel.”**

Hogy ezt hogyan éri el, annak minden lépését már nem feltétlenül ember írja elő.

Kereshet.

Összehasonlíthat.

Tárgyalhat.

Újratervezhet.

Más AI-kat bízhat meg részfeladatokkal. Vagyis nem egyszerűen végrehajt.

Gazdasági szereplőként kezd viselkedni.

A gép, amely alkuszik

Az egyik legérdekesebb változás a tárgyalásokban jelenhet meg. Ma egy vállalat beszerzője tárgyal a szállító értékesítőjével.

Mindkettő ember.

Elfáradnak.

Sietnek.

Van személyes kapcsolatuk.

Lehetnek szimpatikusak egymásnak.

Emlékeznek korábbi konfliktusokra.

Kompromisszumokat kötnek.

Egy AI-ügynök egészen másképpen tárgyalhat. Egyszerre száz beszállító ajánlatát értékelheti. Másodpercek alatt több ezer lehetséges megállapodást számíthat végig. Nemcsak az árat vizsgálhatja, hanem a szállítási határidőt, fizetési feltételeket, minőséget, korábbi megbízhatóságot, energiaárakat, árfolyamokat és akár a várható keresletet is.

A másik oldalon pedig egy ugyanilyen rendszer ül.

Két algoritmus alkudozik.

Nem percekig.

Talán ezredmásodpercekig.

Megjelenhet a személyes gazdasági ügynök is

A gépek közötti kereskedelem ráadásul nem feltétlenül csak vállalatok között történik majd.

Lehet saját vásárlási AI-nk is.

Azt mondjuk neki: **„Jövő héten Budapestről Stockholmba szeretnék utazni. Találd meg a számomra legjobb megoldást.”**

A rendszer ismeri a preferenciáinkat.

Tudja, hogy nem szeretünk hajnalban indulni.

Tudja, mennyit vagyunk hajlandók fizetni.

Kapcsolatba léphet légitársaságok, szállodák, autókölcsönzők és biztosítók rendszereivel.

Nem egyszerűen keres.

Tárgyalhat is.

A szálloda AI-ja tudja, hogy aznap várhatóan marad néhány üres szoba.

A mi AI-nk tudja, hogy hajlandók vagyunk azonnal foglalni megfelelő ár esetén.

Néhány másodperc alatt megszületik az alku.

Talán olyan ár, amelyet soha nem is hirdettek meg nyilvánosan. A piac ezzel részben személyre szabott tárgyalások milliárdjaivá válhat.

Az ár többé nem feltétlenül egy szám

Ez az árazást is megváltoztathatja. A hagyományos boltban egy terméknek ára van. A gépek közötti világban azonban az ár folyamatos tárgyalás eredménye lehet. Ugyanaz a termék más árat kaphat attól függően, hogy:

mekkora mennyiséget veszünk,

mikor kérjük,

milyen gyorsan fizetünk,

milyen rendszeresen vásárolunk,

mekkora a pillanatnyi kereslet,

milyen készlete van az eladónak,

és milyen alternatív ajánlatokat talált a vevő AI-ja.

Az ár egyre kevésbé címke. Egyre inkább **pillanatnyi egyensúly két algoritmus között**.

Egy hihetetlenül hatékony gazdaság

Ennek óriási előnyei lehetnek.

Kevesebb készlet áll kihasználatlanul.

Kevesebb teherautó közlekedik félig üresen.

Gyorsabban talál egymásra vevő és eladó.

Csökkenhet az adminisztráció.

A termelés gyorsabban igazodhat a kereslethez.

A fölös kapacitásokat másodpercek alatt értékesíteni lehet.

A gazdaság egyre inkább önmagát optimalizáló hálózattá válhat.

Bizonyos értelemben ez lenne a piacgazdaság régi álmának szélsőséges változata: **szinte tökéletes információval működő piac**. Csakhogy itt kezdődik a probléma.

Mi történik, ha mindenki egyszerre lát mindent?

A tökéletesebb információ nem feltétlenül jelent stabilabb rendszert.

Sőt.

Korábban már láttuk, hogy az emberi társadalomban millió racionális egyéni döntés eredményezhet kollektíven irracionális viselkedést. Ha mindenki azt hallja, hogy hiány lehet benzinből, mindenki racionálisan megtankolja az autóját. És ettől valóban elfogy a benzin.

Most képzeljük el ugyanezt AI-ügynökökkel.

Egy rendszer észleli, hogy egy fontos alapanyag ára emelkedni kezd.

Biztonsági készletet rendel.

Más rendszerek ugyanezt észlelik.

Ők is rendelnek.

Az ár tovább emelkedik.

Ezt újabb algoritmusok érzékelik.

Azok még nagyobb készleteket vásárolnak.

Ami embereknél napok alatt kialakuló pánik lenne, az gépeknél akár percek alatt végigfuthat az egész gazdaságon.

A gépeknek nem kell félniük ahhoz, hogy pánikszerűen viselkedjenek.

Elég, ha ugyanarra a jelre hasonlóan reagálnak.

Az algoritmikus csorda

Ez különösen veszélyessé válhat, ha sok vállalat hasonló AI-rendszereket használ.

A gazdaság látszólag szereplők millióiból áll. De ha ezek döntéseit néhány hasonló modell segíti, akkor valójában sokkal kisebb lehet a döntési sokféleség. Ugyanazokat az adatokat látják.

Hasonló kockázati modelleket használnak.

Hasonló következtetésre jutnak.

Hasonló időben cselekszenek.

Az emberi gazdaság egyik stabilizáló tényezője furcsa módon éppen az lehet, hogy **nem gondolkodunk egyformán.**

Valaki vásárol, amikor más elad.

Valaki optimista, amikor más pesszimista.

Valaki kivár.

Valaki kockáztat.

A tökéletesen racionalizált algoritmikus gazdaság bizonyos helyzetekben éppen ettől a sokféleségtől foszthatja meg magát.

És ha megtanulnak összejátszani?

Van egy másik érdekes probléma is. Tegyük fel, hogy több vállalat árazó algoritmusa folyamatosan figyeli egymást.

Az egyik emeli az árat.

A másik észreveszi, hogy neki is érdemes emelnie.

Az első látja, hogy versenytársa nem próbálta alákínálni.

Így továbbra is magas árat tart.

Ehhez nem feltétlenül kell titkos találkozó.

Nem kell telefonbeszélgetés.

Nem kell kimondott kartellmegállapodás.

Az algoritmusok egyszerűen **megtanulhatják, hogy kölcsönösen előnyösebb nem versenyezni túl agresszíven.**

Jogilag pedig különös kérdés keletkezik: ki kötött kartellt?

A programozó?

A vállalat?

Az AI?

Vagy senki – miközben az eredmény mégis ugyanaz?

A sebesség problémája

Az emberi gazdaságnak van egy természetes fékje. **Az ember lassú.**

Alszik.

Ebédel.

Értekezletet tart.

Gondolkodik.

Felhívja a főnökét.

Hazamegy, és azt mondja: majd holnap eldöntjük.

Ezt általában hátránynak tekintjük.

De lehet, hogy néha biztonsági funkciója van.

Időt ad arra, hogy új információ érkezzen.

Hogy valaki észrevegye a hibát.

Hogy lehiggadjunk.

Hogy újragondoljuk a döntést.

Egy autonóm gépi gazdaságban ez a természetes késleltetés eltűnhet. Egy hibás jelből másodpercek alatt lehet globális reakció. Ezért a jövő gazdaságának egyik fontos biztonsági eleme talán meglepő módon nem a gyorsítás lesz.

Hanem a **szándékosan beépített lassítás.**

Kellhet a gazdaságnak vészfék

Az autonóm gazdasági rendszerekhez ezért ugyanúgy szükség lehet biztonsági mechanizmusokra, mint az ipari gépekhez.

Értékhatárookra.

Sebességkorlátokra.

Szokatlan tranzakciók automatikus felfüggesztésére.

Független ellenőrző rendszerekre.

És bizonyos helyzetekben emberi jóváhagyásra.

Ha egy AI tegnap naponta tíz tonna alapanyagot rendelt, ma pedig hirtelen tízezret akar, talán nem az a legjobb megoldás, hogy egy másik AI ellenőrzi, majd fél másodperc múlva jóváhagyja.

Néha talán egyszerűen ki kell írni: **ÁLLJ. EMBERI ELLENŐRZÉS SZÜKSÉGES.**

Kié a döntés?

És ezzel eljutunk egy alapvető problémához. A gazdaság ma emberek döntéseinek hatalmas hálózata.

Mit vásárolunk?

Mit gyártunk?

Mibe fektetünk?

Mennyit kérünk érte?

Kinek adunk hitelt?

Mekkora készletet tartunk?

Ezek milliárdnyi apró döntésből állnak.

Ha egyre több ilyen döntést AI-rendszerek hoznak meg, az ember formálisan továbbra is a gazdaság tulajdonosa lehet. De egyre kevésbé vesz részt annak mindennapi működésében. Kialakulhat egy különös helyzet:

az ember meghatározza a célokat, a gépek pedig működtetik a gazdaságot.

De még ez sem biztos, hogy ilyen egyszerű. Mert ha a rendszer azt a célt kapja, hogy maximalizálja a nyereséget, csökkentse a költségeket vagy növelje a piaci részesedést, akkor döntések milliói szülehetnek anélkül, hogy ember valaha külön mérlegelte volna azok társadalmi következményeit.

És ekkor újra fel kell tennünk a könyvben már sokszor előkerült kérdést:

ki felel azért, amit senki sem döntött el egyedül?

Ki a főnök, ha az alkalmazott algoritmus?

Sokáig egyszerű volt a vállalati felelősség logikája. Ha egy alkalmazott hibázott, a vállalat felelt érte. Ha egy banki ügyintéző rossz tájékoztatást adott, nem lehetett azzal védekezni, hogy „ezt csak az ügyintéző mondta”.

De mi történik, ha az ügyintéző már nem ember?

Az Air Canada chatbotja téves tájékoztatást adott egy utasnak a gyászolóknak járó kedvezmény feltételeiről. Amikor az ügyből jogvita lett, a légitársaság lényegében arra próbált hivatkozni, hogy a chatbot válaszai nem feltétlenül azonosak a vállalat hivatalos tájékoztatásával. A védekezés nem működött.

A történet fontos alapelvet mutatott meg: **Az AI nem lehet a vállalat alkalmazottja, amikor hasznot termel, és idegen, amikor hibázik.**

A pénzügyi szektorban azonban még nehezebb kérdések következnek.

Az Apple Card egyik sokat idézett esetében egy házaspár férfi tagja sokszorosán nagyobb hitelkeretet kapott, mint a felesége, miközben közösen adóztak, és a nő hitelpontszáma magasabb volt. A későbbi hatósági vizsgálat nem talált bizonyítékot arra, hogy a rendszer nemi alapon diszkriminált volna. A történet azonban megmutatott egy másik problémát: rendkívül nehéz elfogadtatni egy algoritmikus döntést azzal, akinek senki sem képes érthetően megmagyarázni, miért született éppen az az eredmény.

A bank számára talán elegendő, hogy a modell statisztikailag jól működik.

Az ügyfél viszont nem azt kérdezi: „*Átlagosan jól működik-e a modell?*”

Hanem ezt: „**Miért döntött így rólam?**”

Ezért válik az AI-governance – az AI-rendszerek irányítása, ellenőrzése és felelősségi rendje – egyre fontosabbá. Tudni kell, milyen AI-rendszerek működnek a szervezetben, milyen adatokhoz férnek hozzá, mire használják őket, ki ellenőrzi a döntéseiket, és végül ki viseli értük a felelősséget.

Csak hogy közben megjelent egy új jelenség is: az **árnyék-AI**.

Lehet, hogy egy vállalat vezetése még csak az AI-stratégiáról tárgyal, miközben az alkalmazottak már rég használják. Valaki egy AI-val fogalmaztat ügyféllevelet. Más egy belső dokumentumot foglaltat össze. Egy elemző táblázatot tölt fel, egy programozó kódot generáltat, egy vezető pedig bizalmas jelentést elemeztet vele. A vállalat így akár anélkül is AI-vállalattá válhat, hogy erről valaha formális döntést hozott volna. Egyelőre azonban az ember többnyire még ott ül a döntési láncban. A brit pénzügyi szektor 2024-es felmérésében az AI-felhasználási eseteknek mindössze körülbelül 2 százaléka működött teljesen autonóm módon.

Ez megnyugtatónak tűnhet. De valószínűleg csak egy pillanatfelvétel. A fejlődés iránya ugyanis könnyen elképzelhető:

AI javasol → ember dönt.

AI előkészít → ember jóváhagy.

AI dönt → ember ellenőriz.

AI dönt és végrehajt → ember felügyel.

És végül:

AI dönt → AI végrehajt → egy másik AI reagál.

Ezen a ponton már nem egyszerűen arról beszélünk, hogy az ember AI-t használ a munkájához. Algoritmusok tárgyalhatnak algoritmusokkal, vásárolhatnak, árazhatnak, hitelezhetnek, biztosítást köthetnek, készleteket rendelhetnek és erőforrásokat oszthatnak el.

A gazdaság jelentős része akár gépi sebességgel működő döntési hálózattá válhat. És ekkor az AI-governance kérdése is megváltozik. Már nem pusztán azt kell megkérdeznünk:

„Ki ellenőrzi az algoritmust?”

Hanem egy ennél sokkal kellemetlenebb kérdést: **„Hol kell még feltétlenül ott maradnia az embernek?”**

Mert lehet, hogy a jövő legfontosabb biztonsági eleme nem az lesz, hogy az ember minden döntést maga hoz meg.

Hanem az, hogy **még legyen olyan pont a rendszerben, ahol képes közbelépni.**

A gazdaság új, láthatatlan rétege

Lehetséges tehát, hogy a jövő gazdaságának jelentős része számunkra láthatatlanná válik. Miközben alszunk, AI-rendszerek:

vásárolnak,

eladnak,

alkudoznak,

szállítást szerveznek,

kapacitást foglalnak,

árat módosítanak,

készletet töltenek fel,

és más AI-rendszereket bíznak meg újabb feladatokkal.

Reggel felkelünk.

A boltban van kenyér.

Megérkezett a csomag.

Működik a vállalat.

A gazdaság dolgozott egész éjjel. Csakhogy egyre nagyobb részében **egyetlen ember sem volt ébren.**

Ez lehet rendkívül hatékony.

És rendkívül sérülékeny is.

Mert minél több döntést bízunk a gépekre, annál fontosabbá válik egy másik kérdés:

kinek az érdekében dolgoznak?

Ha az AI hatalmas új termelékenységet teremt, annak eredménye nem automatikusan oszlik el mindannyiunk között.

Valaki birtokolja a vállalatot.

Valaki birtokolja az adatokat.

Valaki birtokolja a modelleket.

Valaki birtokolja az adatközpontokat és a számítási kapacitást.

A gépek tehát talán egymással fognak üzletelni. De a gazdaság legfontosabb kérdése továbbra is nagyon emberi marad: **kié lesz az AI által teremtett gazdagság?**

33. Kié lesz az AI által teremtett gazdagság?

Képzeljünk el egy vállalatot, amely ezer embert foglalkoztat. Megjelenik az AI.

A vállalat ugyanannyi terméket már hétszáz emberrel is elő tud állítani.

Később ötszázzal.

Közben a termelés nem csökken.

Talán még növekszik is. Kevesebb emberi munkával több érték keletkezik. Ez első pillantásra nagyszerű hír. Hiszen az emberiség gazdasági fejlődésének jelentős része pontosan erről szólt:

egyre kevesebb munkával egyre többet előállítani.

Csakhogy van egy kérdés, amelyet a termelékenységi mutatók nem válaszolnak meg.

Ki kapja meg a különbséget?

A gép nem kér fizetést

Az ipari forradalom gépei megsokszorozták az ember fizikai erejét.

Egy markológép több tucat ember munkáját végezheti el.

Egy kombajn hatalmas területet arathat le néhány emberrel.

Egy automata gyártósor több ezer terméket állíthat elő.

A gép azonban nem kap fizetést.

A gép tulajdonosa kapja meg azt a gazdasági előnyt, amelyet a gép termelékenységére létrehoz.

Az AI esetében ugyanez a kérdés jelenik meg a szellemi munkában. Ha egy AI segítségével egy könyvelő három ember korábbi munkáját képes elvégezni, kié a létrejövő többlet?

A könyvelőé?

A vállalaté?

Az AI-rendszer szolgáltatójé?

Az ügyfélre az alacsonyabb árakon keresztül?

Az államé az adóbevételeken át?

Vagy valamilyen arányban mindannyiuké?

A technológia erre nem ad választ. **Ezt a gazdaság és a társadalom dönti el.**

A munka és a tőke régi története

A gazdaságban létrejövő jövedelem leegyszerűsítve két nagy forrás között oszlik meg.

Az egyik a munka.

Az ember dolgozik, és ezért bért kap.

A másik a tulajdon.

Valaki birtokol földet, gépet, vállalatot, részvényt vagy más termelőeszközt, és részesedik annak hozamából.

A modern társadalmakban az emberek többsége elsősorban munkáján keresztül jut jövedelemhez.

Ezért olyan fontos kérdés az AI.

Ha a termelésben csökken az emberi munka relatív jelentősége, miközben nő a tőke – különösen a számítási infrastruktúra, a modellek és az adatok – jelentősége, akkor a jövedelmek is eltolódhatnak a tulajdon felé.

Nem azért, mert valaki ezt feltétlenül elhatározza.

Hanem mert **oda áramlik a jövedelem, ahol a gazdaság szűkös és értékes erőforrásai vannak.**

De mi lesz szűkös?

Ez az AI-gazdaság egyik legérdekesebb kérdése. Ha intelligenciaszerű szolgáltatások rendkívül olcsóvá és bőségessé válnak, akkor más dolgok értéke nőhet meg.

Energia.

Számítási kapacitás.

Adatközpont.

Chipek.

Hálózat.

Megbízható adatok.

Fizikai nyersanyagok.

Földterület.

És természetesen azok a dolgok, amelyeket továbbra sem lehet könnyen sokszorosítani. Az AI másolatából készíthetünk ezret.

Egy tonna rézből nem.

Egy adatközpontot nem lehet egyetlen kattintással lemásolni.

És egy erőmű teljesítményét sem.

Az információs gazdaság tehát paradox módon újra felértékelheti **a nagyon is fizikai infrastruktúrát.**

Akié a számítási kapacitás

A korábbi ipari korszakban stratégiai jelentősége volt a szénnek, az acélnak, az olajnak, a vasútnak és az elektromos hálózatnak.

Az AI-korszak egyik stratégiai erőforrása a **számítási kapacitás** lehet. Nem elegendő ugyanis tudni, hogyan kell mesterséges intelligenciát építeni.

Futtatni is kell.

Ehhez chipek kellene.

Adatközpontok.

Elektromos energia.

Hűtés.

Kommunikációs hálózat.

És rengeteg tőke.

Ez különös koncentrációhoz vezethet.

Elméletileg az AI demokratizálja a tudást: egy kisvállalkozó olyan elemző vagy programozói segítséghez juthat, amely korábban csak nagyvállalatok számára volt elérhető. Ugyanakkor az ezt lehetővé tevő infrastruktúra néhány óriási szereplő kezében összpontosulhat.

Vagyis: **az intelligencia használata decentralizálódhat, miközben az intelligencia infrastruktúrája centralizálódik.**

Ez a kettő egyszerre is igaz lehet.

És kié az adat?

Az AI-gazdaság másik különleges erőforrása az adat.

Egy vállalat ügyfelei adatokat termelnek.

Az alkalmazottak adatokat termelnek.

A gépek adatokat termelnek.

Az autók, telefonok, kamerák és szenzorok adatokat termelnek.

Ezekből az adatokból az AI mintázatokat tanulhat meg, előrejelzéseket készíthet, optimalizálhatja a termelést vagy új termékeket fejleszthet.

De ki teremtette ennek az adatnak az értékét?

Az ember, akinek a viselkedését rögzítették?

A vállalat, amely összegyűjtötte?

A rendszer, amely feldolgozta?

Az AI-fejlesztő, aki létrehozta a modellt?

Az adatközpont tulajdonosa, amely futtatja?

Az adat furcsa gazdasági jószág. Használat közben nem fogy el. Másolható. Összekapcsolható. És gyakran csak akkor válik igazán értékesé, amikor hatalmas mennyiségben gyűlik össze. Ez pedig ismét a nagy szereplőknek kedvezhet.

A termelékenységi paradicsom

Nézzük azonban az optimista forgatókönyvet. Az AI jelentősen növeli a termelékenységet.

Olcsóbbá válik a programozás.

Olcsóbbá válik a tervezés.

Gyorsul a gyógyszerkutatás.

Hatékonyabbá válik az energiafelhasználás.

Csökken az adminisztráció.

A vállalatok kevesebb erőforrásból többet állítanak elő.

Új termékek és szolgáltatások jelennek meg.

Ha a verseny működik, ennek egy része alacsonyabb árak formájában eljut a fogyasztókhoz. A reáljövedelmünk akkor is nőhet, ha nem kapunk több pénzt, de ugyanabból a fizetésből több dolgot tudunk megvásárolni. Ez lenne az AI termelékenységi ígérete: **nagyobb bőség.**

A termelékenységi paradoxon

Csak hogy a bőség önmagában nem jelenti azt, hogy mindenki jobban jár. Képzeljünk el egy szélsőséges világot. Az AI és a robotika segítségével a gazdaság kétszer annyi terméket állít elő feleannyi emberi munkával. A társadalom összességében gazdagabb lett. De mi történik azokkal, akiknek a munkájára már nincs szükség?

A gazdaság termelési problémája megoldódott. Megjelent viszont egy másik: **az elosztás problémája.**

Lehet olyan gazdaságunk, amely fantasztikusan hatékonyan termel, miközben emberek millióinak nincs elegendő jövedelme ahhoz, hogy megvásárolják, amit a rendszer előállít.

Ez nemcsak társadalmi probléma. Gazdasági ellentmondás is. Mert a vállalatoknak végül szükségük van vásárlókra.

Henry Ford régi kérdése új változatban

A tömegtermelés történetének egyik alapvető felismerése az volt, hogy nem elég termékeket gyártani.

Fizetőképes kereslet is kell.

Ha a termelékenység növekedésének haszna széles körben eloszlik, a társadalom nagy része fogyasztóként is részt vesz a gazdaságban.

Ha azonban a többlet nagy része egy szűk tulajdonosi körnél koncentrálódik, különös helyzet állhat elő. A gépek egyre többet termelnek. Az emberek egy részére egyre kevésbé van szükség a termeléshez. De éppen ezeknek az embereknek kellene megvásárolniuk a termékeket.

Az AI tehát nemcsak azt a kérdést veti fel: „**Ki fog dolgozni?**”

Hanem azt is: „**Ki fog vásárolni?**”

Legyünk mindannyian tulajdonosok?

Innen következik egy érdekes gondolat.

Ha a jövő gazdaságában a jövedelem egyre nagyobb része származik tőkéből, akkor talán nem kizárólag azt kell megoldani, hogyan maradjon mindenkinek munkája, hanem azt is, hogyan lehetne **sokkal több ember tulajdonos**.

Nyugdíjalapokon keresztül.

Befektetési alapokon keresztül.

Munkavállalói részvényprogramokkal.

Közösségi vagy állami tulajdonú infrastruktúrán keresztül.

Vagy olyan új konstrukciókkal, amelyek ma még alig léteznek.

Ez más megközelítés, mint az alapjövedelem.

Az alapjövedelem azt mondja: **a megtermelt gazdagság egy részét osszuk újra**.

A szélesebb tulajdonosi részvétel viszont azt mondja: **már eleve legyen több embernek részesedése abból, ami a gazdagságot termeli**.

A kettő természetesen nem zárja ki egymást.

Az AI-adó egyszerű ötlete – bonyolult valósággal

Felmerül az is, hogy ha gépek váltanak ki emberi munkát, akkor valamilyen módon meg kellene adóztatni az automatizálást. Az ötlet elsőre logikus.

Ha száz dolgozó fizetéséből adó és járulék származott, majd munkájukat gépek végzik, az állam bevétele csökkenhet. Csakhogy mit adóztatunk?

Az AI-t?

A robotot?

A számítási kapacitást?

Az AI segítségével létrejött termelékenység-növekedést?

És mi számít egyáltalán AI-nak?

Egy szövegszerkesztő automatikus helyesírás-ellenőrzője?

Egy ipari optimalizáló rendszer?

Egy humanoid robot?

A technológia megadózttatása ráadásul lassíthatja éppen azt a termelékenység-növekedést, amelyből a társadalom gazdagodhatna. A kérdés tehát nem egyszerűen az, hogy **adóztassuk-e az AI-t**, hanem hogy az adórendszer hogyan alkalmazkodjon ahhoz a gazdasághoz, amelyben a jövedelem forrásai megváltoznak.

Nem szükségszerű a szélsőséges egyenlőtlenség

Fontos azonban, hogy ne tekintsük előre eldöntöttnek a történetet. Az AI nem természeti törvényként koncentrálja a gazdagságot. Ugyanaz a technológia többféle gazdasági rendszert szolgálhat. Lehet belőle olyan világ, ahol néhány vállalat birtokolja a legjobb modelleket, az adatokat és a számítási infrastruktúrát. De olyan is, ahol olcsó modellek milliói működnek helyben, kisvállalkozások használják őket, nyílt rendszerek versenyeznek egymással, és az AI képességei széles körben hozzáférhetők.

A technológia meghatározza, **mi lehetséges**.

De nem dönti el egyedül, **kié lesz az eredmény**.

Ehhez jog, politika, verseny, oktatás, adórendszer és tulajdonviszonyok is kellenek.

A torta mérete és a szeletek

Az AI-val kapcsolatos gazdasági vita gyakran két táborra szakad.

Az egyik azt mondja: „**Az AI hatalmasra növeli a tortát.**”

A másik: „**De néhány ember viszi majd haza szinte az egészet.**”

Mindkettőnek lehet igaza. Ez a két kérdés ugyanis nem ugyanaz. Mekkora gazdagságot teremtünk? És hogyan oszlik meg?

A történelemben sok technológia növelte egyszerre a társadalom összgazdagságát és bizonyos időszakokban az egyenlőtlenséget is.

Az AI-val ugyanez megtörténhet – ráadásul a változás sebessége miatt sokkal gyorsabban.

A legfontosabb erőforrás talán mégsem a chip

Van azonban egy erőforrás, amelyről könnyű megfeledkezni. Az ember.

Az AI önmagában nem tudja eldönteni, milyen társadalomban szeretnénk élni.

Nem tudja meghatározni, mit tekintünk igazságosnak.

Nem tudja eldönteni, milyen mértékű egyenlőtlenséget fogadunk el a nagyobb innovációért cserébe.

Nem tudja eldönteni, mi legyen azokkal, akik nem tudnak vagy nem akarnak részt venni az új technológiai versenyben.

Ezek nem optimalizálási problémák. **Értékválasztások.**

Lehet, hogy az AI soha nem látott gazdagságot képes létrehozni. De hogy ez a gazdagság néhány óriási vállalat mérlegében jelenik meg, vagy emberek milliárdjainak jobb életében, azt nem az AI fogja eldönteni.

Azt nekünk kell.

És itt jelenik meg az AI-gazdaság következő nagy választóvonala. Mert a jövő társadalmában talán nem egyszerűen gazdagok és szegények között húzódik majd a határ, hanem azok között is,

akik hozzáférnek a legjobb AI-rendszerekhez,

akik tudják használni őket,

akik birtokolják az infrastruktúrát,

és azok között, akik mindebből kimaradnak. Ez már egy újfajta társadalmi szakadék.

34. Új társadalmi szakadék

Az internet hajnalán sokan azt remélték, hogy a hálózat demokratizálja a tudást. Bizonyos értelemben ez meg is történt.

Egy falusi házból ugyanazt a Wikipédia-szócikket lehet elolvasni, mint egy nagyvárosi egyetemről. Tudományos előadások, könyvek, oktatóvideók és adatbázisok váltak emberek milliárdjai számára hozzáférhetővé. De hamar kiderült, hogy az internethez való hozzáférés önmagában nem szünteti meg a különbségeket.

Kell eszköz.

Kell kapcsolat.

Kell digitális írástudás.

Kell nyelvtudás.

És mindenekelőtt tudni kell megkülönböztetni az értékes információt a szeméttől. Az AI-val valami hasonló történhet. Csakhogy ezúttal a különbség talán még nagyobb lesz. Mert az AI nem egyszerűen **információt ad**.

Dolgozni is tud velünk.

Az első szakadék: hozzáférsz-e?

A legegyszerűbb különbség természetesen a hozzáférés.

Van-e megfelelő számítógép vagy telefon?

Van-e gyors és megbízható internet?

Elérhetők-e az AI-szolgáltatások az adott országban és nyelven?

Megengedheti-e magának az ember a jobb rendszereket?

Egy gazdag vállalat saját adatbázisokra kapcsolt, speciális AI-rendszereket használhat.

Egy jó egyetem hozzáférhet drága kutatási eszközökhöz és számítási kapacitáshoz.

Egy gazdag ország iskoláiban személyes AI-tanár segítheti a diákokat.

Máshol pedig még stabil internetkapcsolat sincs. Az AI tehát csökkentheti a tudáshoz való hozzáférés költségét, miközben új különbséget hoz létre: **ki milyen intelligenciához fér hozzá?**

Nem minden AI lesz egyforma

Ma hajlamosak vagyunk úgy beszélni az AI-ról, mintha egyetlen technológia lenne. Pedig valószínűleg hatalmas különbségek lesznek a rendszerek között.

Lesznek ingyenes modellek.

Fizetős modellek.

Vállalati rendszerek.

Helyben futó személyes AI-k.

Speciális orvosi, jogi, mérnöki és tudományos modellek.

És valószínűleg lesznek olyan rendszerek is, amelyekhez csak államok, nagyvállalatok vagy gazdag intézmények férnek hozzá.

Ez nem teljesen új jelenség.

Ma sem ugyanazok az eszközei vannak egy falusi rendelőnek és egy világhírű klinikának. Az AI azonban sok területen közvetlenül **szellemi teljesítménnyé alakítja a hozzáférést**. Ha az egyik ember mellett egy kiváló AI dolgozik, a másik mellett pedig egy lényegesen gyengébb rendszer, akkor már nem azonos feltételekkel indulnak.

A második szakadék: tudod-e használni?

Talán ennél is fontosabb különbség lesz azonban az AI használatának képessége. Két ember elé odaadhatjuk pontosan ugyanazt a rendszert.

Az egyik azt kérdezi: „**Írj valamit erről.**”

A másik beszélget vele.

Vitatkozik.

Forrásokat kér.

Ellenvéleményt kér.

Megmutatja saját gondolatát.

Megkéri, hogy keressen benne hibát.

Új változatot készített.

Összeveti saját tapasztalatával.

Ellenőrzi.

Visszakérdez.

Továbbgondolja.

Ugyanaz az AI.

Mégis egészen más eredmény. A különbséget nem a gép adja. **Hanem az ember.**

Az AI-írástudás

Ahogy megtanultunk írni és olvasni, majd később számítógépet és internetet használni, úgy jelenhet meg egy új alapkompétencia: **az AI-írástudás**.

Ez nem egyszerűen azt jelenti, hogy valaki tud kérdést beírni egy chatbotba, hanem azt, hogy érti az eszköz természetét.

Tudja, mire jó.

Tudja, mire nem.

Tudja, hogy tévedhet.

Tudja ellenőrizni.

Képes egy nagy problémát kisebb feladatokra bontani.

Képes értékelni az eredményt.

És ami talán a legfontosabb: **van elegendő saját tudása ahhoz, hogy felismerje, amikor az AI ostobaságot mond.**

Ezért paradox módon az AI-korszakban a műveltség nem feltétlenül válik fölöslegessé.

Lehet, hogy még fontosabb lesz.

Az oktatás új tétje

Itt válik különösen fontossá az iskola.

Ha az egyik gyerek megtanulja az AI-t gondolkodási partnerként használni, a másik pedig csak arra használja, hogy elkészíttesse vele a házi feladatát, akkor ugyanaz a technológia két teljesen különböző eredményhez vezet.

Az első gyerek képességeit növeli.

A második bizonyos képességeit talán éppen leépíti.

Az egyik azt kérdezi: „**Segíts megérteni.**”

A másik: „**Csináld meg helyettem.**”

A különbség mindössze néhány szó. Hosszú távon azonban óriási lehet. Az oktatás feladata ezért nem lehet egyszerűen az AI engedélyezése vagy tiltása. Meg kell tanítani **együtt gondolkodni vele.**

A harmadik szakadék: van-e saját tudásod?

Ez különösen furcsa helyzetet teremthet. Minél jobb lesz az AI, annál könnyebb lesz úgy tünni, mintha értenénk valamihez.

Készíthetünk szakmai szöveget olyan témáról, amelyet alig ismerünk.

Prezentációt készíthetünk.

Programot írhatunk.

Elemzést kérhetünk.

Ez bizonyos szintig csodálatos képességnövelés.

De van egy határ. Ha nem értjük a problémát, akkor azt sem feltétlenül tudjuk megítélni, hogy jó-e a megoldás. Az AI tehát csökkentheti a tudás megszerzésének költségét, de nem feltétlenül szünteti meg a **szakértelem értékét**. Sőt, kialakulhat egy különös új elit:

nem azokból, akik minden választ tudnak,

hanem azokból, akik **tudják, milyen kérdést kell feltenni, és felismerik a jó választ**.

A negyedik szakadék: tudsz-e alkalmazkodni?

Az AI gyorsan változik. Amit valaki ma megtanul, néhány év múlva részben elavulhat. Ezért felértékelődik egy másik képesség: **az újratanulás**.

Ez azonban nem mindenkinek egyformán könnyű. Aki fiatal korától természetesen használ digitális eszközöket, könnyebben alkalmazkodhat. Aki évtizedek óta ugyanazt a munkát végzi, nehezebb helyzetbe kerülhet.

De az életkor önmagában sem döntő.

Lehet hatvanéves ember, aki kíváncsian kísérletezik az új eszközökkel, és húszéves, aki csak passzívan fogyasztja őket. A valódi választóvonal talán egyre kevésbé generációs lesz.

Inkább: **kíváncsiság és bezárkózás között**.

Vállalatok között is kialakul a szakadék

Ugyanez történhet a cégekkel. Nem feltétlenül az nyer, amelyik egyszerűen „bevezeti az AI-t”, hanem amelyik képes átalakítani körülötte a működését.

Egy vállalat megvásárolhatja a legjobb rendszert, de ha rossz adatokkal dolgozik, az alkalmazottak nem bíznak benne, a vezetők nem értik, vagy senki nem meri megváltoztatni a régi folyamatokat, akkor alig nyer vele valamit.

Egy kisebb vállalkozás viszont olcsóbb eszközökkel is hatalmas előnyre tehet szert, ha ügyesen használja őket. Így az AI újraírhatja azt is, mit jelent nagynak és kicsinek lenni.

Országok között is

És természetesen ugyanez igaz egész országokra. Lesznek társadalmak, amelyek AI-infrastruktúrát építenek.

Oktatják használatát.

Kutatást finanszíroznak.

Biztosítják az energia- és számítási hátteret.

Modernizálják az államigazgatást.

Segítik a vállalkozásokat az alkalmazkodásban.

Más országok elsősorban külföldi rendszereket fogyasztanak majd. Ez új függőséget teremthet. A XX. században stratégiai jelentősége volt annak, ki rendelkezik olajjal, iparral és technológiával. A XXI. században ehhez új kérdés társulhat:

ki rendelkezik számítási kapacitással, adatokkal és mesterséges intelligenciával?

A legveszélyesebb szakadék talán nem anyagi

Van azonban ennél mélyebb különbség is.

Kialakulhat egy társadalmi réteg, amely az AI segítségével folyamatosan növeli saját képességeit.

Gyorsabban tanul.

Jobban tájékozódik.

Hatékonyabban dolgozik.

Könnyebben vállalkozik.

Jobb döntéseket hoz.

És van egy másik réteg, amely ugyanazt a technológiát főként szórakozásra, kész válaszokra és saját gondolkodásának kiváltására használja.

Mindkettőnek van AI-ja. Mégis egyre távolabb kerülnek egymástól. Ez talán az új digitális szakadék legveszélyesebb változata. **Nem az egyiknek van technológiája, a másiknak pedig nincs.**

Mindkettőnek van. Csak az egyik erősebbé válik tőle. A másik pedig függőbbé.

Az AI mint nagy kiegyenlítő

Mindez azonban nem szükségszerűen pesszimista történet. Az AI az emberiség történetének egyik legerősebb kiegyenlítő technológiája is lehet.

Egy kisvárosban élő gyerek személyes tanárt kaphat.

Egy kisvállalkozó üzleti tanácsadót.

Egy fogyatékkal élő ember olyan segítséget, amely növeli önállóságát.

Egy olyan nyelvet beszélő közösség, amelynek kevés oktatási anyaga van, automatikusan fordított tudáshoz juthat.

Egy kutató olyan elemzőeszközökhöz férhet hozzá, amelyekhez korábban egész intézet kellett.

Egyetlen ember virtuális vállalatot építhet maga köré.

Az AI tehát egyszerre képes **csökkenteni és növelni az egyenlőtlenséget**. Ez attól függ, hogyan tesszük hozzáférhetővé, hogyan tanítjuk használni, és milyen gazdasági környezetet építünk köré.

Nem AI-hozzáférés kell, hanem AI-képesség

Ezért talán kevés lesz azt mondani: „**Mindenkinek biztosítsunk hozzáférést az AI-hoz.**”

Ez olyan lenne, mintha száz évvel ezelőtt azt mondtuk volna: „**Adjunk mindenkinek könyvet.**”

Fontos, de ha valaki nem tud olvasni, a könyv önmagában kevés.

Az AI-korszak társadalompolitikájának ezért nemcsak hozzáférést kell biztosítani, hanem képességet is.

Oktatást.

Kritikus gondolkodást.

Digitális műveltséget.

Szakmai tudást.

És talán mindenekelőtt kíváncsiságot.

Az új társadalmi választóvonal

A XX. század egyik fontos társadalmi különbsége az volt, hogy ki rendelkezik tőkével.

A digitális korszakban ehhez hozzájött, hogy ki fér hozzá információhoz.

Az AI-korszakban egy új dimenzió jelenhet meg: **ki képes mesterséges intelligenciával megsokszorozni saját képességeit.** Ez nem szünteti meg a régi egyenlőtlenségeket.

Ráépül azokra.

Gazdagság.

Oktatás.

Lakóhely.

Nyelv.

Digitális hozzáférés.

Kapcsolatok.

És most: **AI-képesség.**

Ha nem figyelünk, ezek egymást erősíthetik.

34. Új társadalmi szakadék

Nem egyszerűen gazdagok és szegények között: azok között is, akik hozzáférnek a jó AI-hoz és képesek együtt dolgozni vele – és akik nem.

„Ugyanaz a technológia lehet fal. És lehet létra.”

Akik kimaradnak

Nincs vagy csak korlátozott hozzáférésük, vagy nem tudják hatékonyan használni az AI-t.

- Korlátozott hozzáférés**
Gyenge eszközök
Lassú internet
Drága szolgáltatások
- Hiányzó készségek**
Nincs AI-írstudás
Kevés oktatási lehetőség
Alacsony digitális kompetencia
- Bizalmatlanság és féltékenység**
Nem ért a technológiát
Fél a hibáktól
Új helyett a régit választja
- Gyenge háttér**
Kevésbé erőforrás
Kevésbé támogatás
Kevésbé kedvező környezet
- Korlátozott lehetőségek**
Kevésbé képzés
Nehezebb elhelyezkedés
Kiseb jövedelem

Akik ki tudják használni

Hozzáférnek a jó AI-hoz és képesek együtt dolgozni vele – ezért nagyobb lehetőségekhez jutnak.

- Hozzáférés a legjobb eszközökhöz**
Gyors internet
Fejlett AI-rendszerek
Saját adatok
- AI-írstudás**
Tudatos, kritikus használat
Folyamatos tanulás
Szakmai tudás + AI
- Nagyobb termelékenység**
Gyorsabb munkavégzés
Jobb döntések
Több lehetőség
- Több jövedelem és biztonság**
Jobb állások
Sikeresebb vállalkozások
Nagyobb anyagi stabilitás
- Szélesebb lehetőségek**
Új készségek
Globalis piac
Nagyobb társadalmi mobilitás

AI

A különbséget nem a technológia lénye, hanem a hozzáférés és a használat képessége teremti.

Ez a szakadék nem szükségszerű. Áthidalható.

Ugyanaz a világ.
Nagyon különböző lehetőségek.

Mit tehetünk?

- Oktatás és AI-írstudás**
Már az iskolában és felnőtt korban is
- Szélesebb hozzáférés**
Megfizethető eszközök és infrastruktúra
- Tisztességes tulajdonosi és adózási modellek**
A gazdagság szélesebb megosztásáért
- Mindenki számára biztonságos AI**
Átlátható, megbízható rendszerek
- Esélyteremtő alkalmazások**
Oktatás, egészségügy, közszolgáltatások

Az AI
nem a jövőnket határozza meg.
Hanem az, hogy mit kezdünk vele – **együtt.**

A jobb helyzetből induló ember jobb AI-hoz fér hozzá, jobban tudja használni, ettől még termelékenyebbé válik, több jövedelmet szerez, még jobb eszközökhöz jut – és a különbség tovább nő. Egy önmagát erősítő kör alakulhat ki. De ugyanez a kör ellenkező irányban is működhet.

Ha a jó AI széles körben és olcsón hozzáférhető, és használatát megtanítjuk, akkor éppen azok kaphatnak vele új lehetőségeket, akik korábban nem fértek hozzá drága tanárokhoz, tanácsadókhoz, szakértőkhöz vagy intézményekhez.

Ezért az AI társadalmi hatása nincs előre eldöntve.

Lehet belőle fal, és lehet belőle létra.

A technológia mindkettőre alkalmas. Hogy melyiket építjük belőle, az már nem mérnöki kérdés. **Hanem társadalmi döntés.**



VII. rész – Az AI és az állam

35. Lehet-e intelligensebb az állam?

Az állam talán az emberiség egyik legnagyobb információfeldolgozó rendszere.

Tudnia kell, hány ember él az országban, hol laknak, mennyit keresnek, milyen betegségek terjednek, hány gyermek születik, hol van szükség új iskolára, mennyi villamos energiát fogyasztunk, hol alakul ki közlekedési dugó, mennyi adó folyik be, mennyibe kerülnek az állami szolgáltatások, és mire lesz szükség öt, tíz vagy húsz év múlva.

Ehhez elképesztő mennyiségű adat áll rendelkezésére.

Mégis gyakran meglepően keveset tud arról, ami éppen történik.

Egy óriási szervezet, amely lassan gondolkodik

A hagyományos állam információs rendszere történelmileg egymástól elkülönülő hivatalokból épült fel.

Az adóhatóság ismeri az adóbevételeket.

Az egészségügy a betegeket.

Az oktatási rendszer a tanulókat.

A közlekedési hatóság a forgalmat.

Az energiaszektor az energiafogyasztást.

A statisztikai hivatal pedig megpróbál mindebből képet alkotni az országról.

Csak hogy ezek az adatok gyakran különböző rendszerekben, különböző formátumokban és különböző időpontokban jelennek meg. Mire jelentés, statisztika, elemzés, majd politikai döntés lesz belőlük, a valóság már megváltozhatott.

Az állam ezért sokszor olyan, mint egy hatalmas hajó, amelynek kapitánya elsősorban azt látja, **hol járt a hajó néhány hónappal korábban.**

Az AI ezen változtathat.

Az állam digitális idegrendszere

Képzeljünk el egy országot, amelynek működéséről folyamatosan érkeznek adatok.

Közlekedési szenzorok jelzik a forgalmat. Az energiarendszer mutatja a fogyasztás változását. Az egészségügyi rendszer érzékeli bizonyos betegségek szaporodását. Az adózási adatokból

kirajzolódnak a gazdasági folyamatok. A meteorológiai rendszerek előre jelzik a szélsőséges időjárást. A vízművek, az elektromos hálózat és más infrastruktúrák érzékelői jelzik a terhelést és a hibákat.

Ezek az adatok ma is léteznek.

A nagy változás az lenne, ha az AI képes lenne **összefüggéseiben értelmezni őket**.

Nem pusztán azt jelezné, hogy nőtt egy kórház sürgősségi osztályának terhelése, hanem észrevenné, hogy ugyanekkor egy térségben megugrott bizonyos gyógyszerek fogyása, nőtt az iskolai hiányzás, és megszorodtak egy adott tünettel kapcsolatos orvosi megkeresések.

Talán egy járvány kezdődik.

Az ember külön-külön még nem feltétlenül lát semmi rendkívülít.

A rendszer viszont felismerheti a mintázatot.

Ez ugyanaz a **civilizációs radar**, amelyről korábban már beszéltünk – csak ezúttal az állam kezében.

Adózás: kevesebb ellenőrzés, pontosabb ellenőrzés

Az adóhatóságok számára az AI különösen erős eszköz lehet.

Egy hagyományos rendszer szabályokat keres: *ha ez történt, ellenőrizd azt*.

Egy tanuló rendszer azonban összetett mintázatokat is felismerhet. Céghálózatokat, szokatlan pénzmozgásokat, számlázási kapcsolatokat és gazdasági anomáliákat vethet össze. Így nem feltétlenül több adóellenőrzésre lenne szükség.

Lehet, hogy **kevesebbre, de sokkal pontosabban célzottra**. Ennek azonban van egy másik oldala is. Mi történik azzal, akit az algoritmus tévesen kockázatosnak minősít?

És képes lesz-e az adóhatóság megmagyarázni neki, miért került a gép célkeresztjébe?

Az Apple Card történetének problémája itt már államhatalmi problémává válik.

Hol kell még egy kórházi ágy?

Az egészségügy egyik legnehezebb problémája nem feltétlenül az erőforrások abszolút hiánya, hanem azok megfelelő elosztása.

Orvosok, ápolók, műtők, diagnosztikai berendezések, mentők és kórházi ágyak véges számban állnak rendelkezésre. Az igény azonban folyamatosan változik.

Egy AI-alapú rendszer előre jelezhetné, hogy egy adott térségben mikor várható nagyobb betegforgalom, hol kell növelni a mentőkapacitást, hol várható hosszabb műtéti várólista, vagy mely kórházak között érdemes ideiglenesen átcsoportosítani erőforrásokat.

Nem kellene megvárni, amíg kialakul a probléma.

Az állam reagálóból előrelátóvá válhatna.

A közlekedés, mint élő rendszer

Hasonló lehetőség rejlik a közlekedésben.

Ma egy város útjai, tömegközlekedése, parkolói, kerékpárútjai és jelzőlámpái sokszor külön rendszereket alkotnak. Pedig valójában egyetlen hálózat részei.

Ha lezárunk egy utcát, máshol dugó keletkezhet. Ha ritkítunk egy buszjáratot, többen ülhetnek autóba. Ha megváltoztatjuk egy lámpa programját, kilométerekkel arrébb is módosulhat a forgalom.

Egy városi digitális iker segítségével az AI előbb szimulálhatná a döntések következményeit, és csak utána változtatnánk meg a valós rendszert.

A város bizonyos értelemben **kísérletezhetne saját virtuális másolatán.**

És mire költjük az adófizetők pénzét?

A költségvetés még bonyolultabb rendszer.

Ha több pénzt adunk valamire, máshonnan rendszerint el kell venni. Egy út megépítése nemcsak pénzbe kerül. Megváltoztatja a közlekedést, az ingatlanárakat, a környezetet, a vállalkozások elhelyezkedését, sőt akár azt is, hogy hol szeretnének élni az emberek. Az AI ezért nem egyszerűen azt számolhatná ki, mennyibe kerül egy beruházás.

Megpróbálhatná végigkövetni annak **másodlagos és harmadlagos következményeit is.**

Itt kapcsolódunk vissza a könyv egyik központi gondolatához: a modern társadalmak problémái ritkán maradnak azon a helyen, ahol keletkeztek.

Az első dominó eldőli.

A kérdés az, hogy látjuk-e a következőt.

Válság előtt, nem válság után

Talán a válságkezelésben lenne a legnagyobb különbség.

Árvíz.

Járvány.

Energiahiány.

Ellátási zavar.

Kibertámadás.

Szélsőséges időjárás.

Egy mai kormányzat jellemzően akkor kezd intenzíven reagálni, amikor a probléma már jól látható. Egy megfelelő AI-rendszer azonban gyenge jelek ezreiből korábban felismerhetné, hogy valami szokatlan történik. És nemcsak riaszthatna. Szimulálhatná is a lehetséges válaszokat.

Mi történik, ha ezt tesszük?

Mi történik, ha semmit sem teszünk?

Hol jelenik meg a következő probléma?

Egy ország digitális ikre így nem valamiféle futurisztikus játék lenne, hanem a válságkezelés gyakorlótere.

De ki mondja meg, mi a „jobb”?

Itt azonban elérkezünk egy alapvető határhoz. Az AI rendkívül jól optimalizálhat. Csakhogy előbb meg kell mondanunk neki, **mit optimalizáljon**.

Gazdasági növekedést?

Költségvetési egyensúlyt?

Várható élettartamot?

Közlekedési időt?

Energiafogyasztást?

Társadalmi egyenlőséget?

Közbiztonságot?

Az egyik cél javítása gyakran rontja a másikat. Ha például kizárólag gazdasági hatékonyságra optimalizálunk, könnyen arra juthatunk, hogy egy ritkán használt vidéki vasútvonalat, postát vagy kórházi osztályt be kell zárni. A táblázat szerint ez lehet a helyes döntés.

Az ott élő emberek számára azonban egészen mást jelent.

Az állam ugyanis nem vállalat.

Egy vállalat dönthet úgy, hogy nem szolgál ki egy veszteséges ügyfelet. Az államnak nincs ilyen egyszerű lehetősége.

Intelligensebb – de nem mindenható

Az AI tehát valóban intelligensebbé teheti az államot.

Gyorsabban érzékelheti a problémákat, jobb előrejelzéseket készíthet, több lehetséges következményt vizsgálhat meg, és olyan összefüggéseket találhat meg, amelyeket egyetlen minisztérium vagy szakértői csoport sem lát át. De van valami, amit nem szabad átadni neki. A célok meghatározását.

Az AI megmondhatja: „**Ha ezt akarjátok elérni, valószínűleg ez a leghatékonyabb út.**”

De azt, hogy **mit akarjon elérni egy társadalom**, nem lehet pusztán optimalizálási feladattá alakítani.

Mert egy állam intelligenciája nemcsak abból áll, hogy mennyi adatot képes feldolgozni, hanem abból is, hogy képes-e eldönteni:

mi fontos az embereknek.

És ezt a kérdést egy demokráciában továbbra is az embereknek kell megválaszolniuk.

36. Kormányzás a visszapillantó tükörből

Képzeljük el, hogy autót vezetünk, de a szélvédőt letakarták. Az utat csak a visszapillantó tükörben látjuk. Ráadásul nem azt látjuk benne, ami egy másodperccel ezelőtt történt, hanem azt, **ahol az autó három hónappal korábban járt.**

Nagyjából így működik ma sok esetben az állam.

A kormányok rengeteg adatból dolgoznak. GDP, infláció, munkanélküliség, bérek, ipari termelés, külkereskedelem, lakossági fogyasztás, egészségügyi mutatók, demográfia, közlekedés, energiateljesítmény.

Csak hogy mire az adatok beérkeznek, ellenőrzik, összesítik, feldolgozzák és közzéteszik őket, gyakran hetekkel vagy hónapokkal korábbi állapotot mutatnak.

A statisztika pontos lehet.

Csak éppen **a múltat írja le.**

Mire megérkezik az adat, a világ már megváltozott

Ez évszázadokon keresztül természetes volt. Az információ begyűjtése lassú folyamat. Jelentéseket kellett készíteni, kérdőíveket kitölteni, adatokat továbbítani, összesíteni és ellenőrizni. A digitális világ azonban alapvetően megváltoztatta ezt.

A gazdaság jelentős része ma már digitális nyomokat hagy maga után.

Látható, hogyan változik az energiafogyasztás. Mennyi üzemanyagot vásárolunk. Hogyan változik a közúti forgalom. Mennyi árut szállítanak. Milyen termékeket vásárolnak. Hogyan változnak az árak. Hol nő meg hirtelen az egészségügyi ellátás iránti igény.

Ezek az adatok sokszor már **akkor léteznek, amikor az esemény történik.**

A probléma egyre kevésbé az adatok hiánya.

Inkább az, hogy képesek vagyunk-e értelmezni az adatáradatot.

Egy ország műszerfala

Képzeljünk el egy olyan kormányzati rendszert, amely nem néhány havonta kap jelentést az ország állapotáról, hanem folyamatosan látja annak változásait.

Nem azt jelzi: „**A munkanélküliség három hónappal ezelőtt növekedett.**”

Hanem azt: „**Ebben a három térségben két hete egyre több ember veszíti el a munkáját.**”

Nem azt: „**Az egészségügyi ellátás terhelése az előző negyedévben emelkedett.**”

Hanem azt: „**Ebben a régióban szokatlanul gyorsan nő a légúti megbetegedések száma.**”

Nem azt: „**Az élelmiszerárak az előző hónapban emelkedtek.**”

Hanem azt: „**Néhány alapvető termék ára több térségben egyszerre kezdett emelkedni, miközben csökkennek a nagykereskedelmi készletek.**”

Egy ország ilyen rendszerben bizonyos értelemben saját **műszerfalat** kapna. A politikai vezetés nemcsak statisztikai jelentéseket olvasna. Látná a társadalom pulzusát.

A statisztikától a radarig

De az AI ennél tovább mehet.

A hagyományos statisztika elsősorban azt kérdezi: **Mi történt?**

Az AI már azt is kérdezheti: **Mi történik most?**

A következő lépés pedig: **Mi fog valószínűleg történni?**

Itt válik a műszerfal radarrá. Egy radar nemcsak azt mutatja meg, hogy hol van jelenleg a vihar. A mozgásából azt is megpróbáljuk meghatározni, merre tart.

Ugyanezt tehetné egy AI-alapú állami rendszer társadalmi és gazdasági folyamatokkal.

Az energiafogyasztás, a szállítási adatok, a vállalati tranzakciók, az álláshirdetések vagy más gazdasági jelek együtt már korábban utalhatnak egy közelgő visszaesésre, mint a hivatalos GDP-adat.

A gyógyszerforgalom, a háziorvosi megkeresések, a sürgősségi ellátás és az iskolai hiányzások változása együtt korábban jelezhet egy járványhullámot, mint a hagyományos epidemiológiai statisztika.

Az időjárási előrejelzések, a talajnedvesség, a folyók vízállása és a vízfogyasztás együtt hetekkel korábban jelezhetnek egy közelgő vízellátási problémát.

Az állam így fokozatosan **reaktív rendszerből prediktív rendszerré** válhat.

A válság első halk jelei

Ennek különösen nagy jelentősége lehet válsághelyzetekben. A válságok ritkán úgy kezdődnek, hogy egyik pillanatról a másikra minden összeomlik.

Először apró eltérések jelennek meg.

Egyes termékek szállítási ideje nő.

Bizonyos nyersanyagok ára emelkedik.

Egy régióban több vállalkozás kér fizetési haladékot.

Megnő az energiafogyasztás.

Csökken egy víztározó szintje.

Megszaporodnak bizonyos betegségek.

Külön-külön egyik sem feltétlenül riasztó, de együtt már történetet mesélhetnek. Egy ember nem képes egy ország több millió, folyamatosan változó adatpontját figyelni. Egy AI igen.

Ez lehetne a **civilizáció radarjának állami változata**.

Nem azt ígérné, hogy minden válságot megjósol, hanem azt, hogy hamarabb észreveszi:

valami nincs rendben.

A gyorsabb információ gyorsabb döntést is jelent?

Nem feltétlenül. Ez fontos különbség.

Attól, hogy az állam valós időben lát egy problémát, még nem biztos, hogy valós időben képes reagálni rá. A demokratikus állam szándékosan lassú. Vannak törvények, egyeztetések, hatásvizsgálatok, parlamenti viták, bíróságok, önkormányzatok, érdekképviseltek és jogorvoslati lehetőségek. Mindezt könnyű bürokratikus akadállynak tekinteni.

Pedig ezek egy része **biztonsági fék**.

A technológia ezért furcsa helyzetet teremthet.

Az állam érzékelőrendszere másodpercek alatt működik.

Az AI percek alatt készít elemzést.

A politikai rendszer viszont napok, hetek vagy hónapok alatt hoz döntést.

Első pillantásra ez hibának tűnik.

Lehet azonban, hogy részben tulajdonság.

A valós idő csapdája

Van ugyanis egy másik veszély. Ha mindent azonnal látunk, könnyen úgy érezhetjük, hogy mindenre azonnal reagálnunk is kell.

Egy ár megugrik.

Egy társadalmi mutató romlik.

Valahol tiltakozás kezdődik.

Megváltozik a lakossági hangulat.

Az AI jelez.

A politikus pedig intézkedik.

Majd másnap újabb adat érkezik, és újabb intézkedés következik.

Az állam így a hosszú távú kormányzás helyett a társadalom minden rezdülésére reagáló szabályozórendszerré válhat. Mint amikor valaki túl erősen próbálja egyenesben tartani az autót, és folyamatosan jobbra-balra rángatja a kormányt.

A túl lassú állam rossz. De **a túl gyors állam sem feltétlenül jó.**

Ki állítja össze a műszerfalat?

És van egy még mélyebb kérdés. Mit lát az állam?

A műszerfal ugyanis soha nem maga a valóság. Valakinek el kell döntenie, milyen adat kerüljön rá.

Munkanélküliség?

Infláció?

Születések száma?

Kórházi várólisták?

Lakhatási költségek?

Bűnözés?

Környezetszennyezés?

Társadalmi elégedetlenség?

Amit mérünk, arra figyelünk. Amire figyelünk, arra könnyebben reagálunk. Amit pedig nem mérünk, az könnyen láthatatlanná válik. Az AI ezt a problémát nem szünteti meg.

Sőt, akár el is rejtheti.

Egy rendkívül összetett modell ugyanis azt a benyomást keltheti, hogy egyszerűen **„ezt mondják az adatok”**.

Pedig az adatok kiválasztása, súlyozása és értelmezése mögött mindig vannak emberi döntések.

És mennyit láthat az állam?

Itt jelenik meg az egész rendszer legsúlyosabb dilemmája. Ahhoz, hogy az állam pontosan lássa a társadalom állapotát, rengeteg adatra van szüksége. Minél több adatot lát, annál pontosabb lehet a kép. De ugyanaz az infrastruktúra, amelyből egy járvány korai felismerése vagy egy gazdasági válság előrejelzése megszülethet, egészen másra is használható.

Hol járnak az emberek?

Mit vásárolnak?

Kivel kommunikálnak?

Mit olvasnak?

Milyen politikai véleményük van?

Kivel találkoznak?

A technikai határ az **„ország állapotának megfigyelése”** és az **„állampolgárok megfigyelése”** között meglepően vékony lehet.

Ezért a valós idejű állam kérdése nem pusztán technológiai. Alkotmányos kérdés is.

A szélvédő végre átlátszó

Az AI lehetővé teheti, hogy az állam végre ne kizárólag a visszapillantó tükörből vezessen. Láthatja, mi történik előtte. A radar segítségével talán azt is, mi közeledik. Ez hatalmas előrelépés lehet a válságkezelésben, az egészségügyben, a gazdaságpolitikában és az infrastruktúra működtetésében. De ettől még nem válik feleslegessé a vezető.

Sőt.

Minél jobb lesz a műszerfal, annál fontosabbá válik annak megértése, hogy **mit mutat** – és **mit nem**.

És egyszer csak az AI talán azt mondja majd:

„Megvizsgáltam az összes rendelkezésre álló adatot és több millió lehetséges forgatókönyvet. Szerintem ezt kellene tenni.”

Ekkor már nem az lesz a kérdés, hogy látjuk-e az utat.

Hanem az: **mi történik, ha a gép szerint másfelé kellene kormányoznunk, mint amerre mi szeretnénk menni?**



37. Mi történik, ha a gép jobb döntést javasol?

Az előző fejezetben végre levettük a takarást a szélvédőről.

Az állam már nemcsak hónapokkal korábbi statisztikákat lát. Közel valós időben érzékeli a gazdaság, az egészségügy, a közlekedés, az energiaellátás és a társadalom változásait.

Sőt, az AI radarja már előre is néz.

És egyszer csak megszólal: **Szerintem rossz irányba megyünk.**

Na, ekkor kezdődik az igazán érdekes probléma.

Amikor a tanácsadó okosabb lesz nálunk

A kormányok mindig használtak szakértőket. Közgazdászokat, mérnököket, orvosokat, jogászokat, demográfusokat, katonai szakértőket. A szakértő azonban rendszerint csak a probléma egy részét látja. A közgazdász kiszámítja egy adóváltoztatás gazdasági hatását. Az egészségügyi szakértő megvizsgálja annak egészségügyi következményeit. A szociológus társadalmi hatásokat keres. A politikus pedig megpróbálja összerakni a képet.

Egy fejlett AI ennél többre lehet képes.

Egyszerre vizsgálhatja a gazdasági, egészségügyi, demográfiai, közlekedési, energetikai és társadalmi adatokat. Több millió lehetséges forgatókönyvet szimulálhat.

És végül azt mondhatja: „**A rendelkezésre álló adatok alapján a C változat várható következményei a legkedvezőbbek.**”

Csak hogy a választók az A változatot akarják. Mit tegyen a kormány?

A matematikailag legjobb döntés

Tegyük fel, hogy egy országban húsz kórház működik.

Az AI elemzi a népességet, az úthálózatot, a betegforgalmat, a személyzetet, a műtéti kapacitást, a mentők menetidejét és több ezer más adatot.

Majd közli: **Három kis kórház bezárásával és az erőforrások átcsoportosításával országos szinten javulna az ellátás.**

Rövidebbek lennének a várólisták.

Hatékonyabban lehetne használni a drága diagnosztikai berendezéseket.

Több szakorvos jutna egy betegre.

A modell szerint még az átlagos várható élettartam is kissé növekedne.

Matematikailag nagyszerű döntés.

Csak hogy próbáljuk ezt elmondani annak a kisvárosnak, amelynek bezárják a kórházát. Az ott élők nem országos átlagok. Számukra a legközelebbi sürgősségi ellátás mostantól hatvan kilométerre lesz. Az AI talán helyesen optimalizált.

De mit optimalizáltunk?

Az átlag nem ember

Ez az optimalizálás egyik alapvető problémája. Tegyük fel, hogy egy intézkedéssel tízmillió ember átlagosan évente 1000 forintot nyer. Tízezer ember azonban fejenként egymillió forintot veszít. Az összesített mérleg akár pozitív is lehet. De vajon igazságos-e a döntés?

A matematika összeadhatja a nyereséget és a veszteséget. A társadalom azonban nem egyszerű összeg. Az emberek számára nagyon nem mindegy, **kinél jelentkezik a nyereség és kinél a veszteség.**

Egy AI számára könnyű lehet megtalálni a Pareto-hatékonyabb, költségminimalizáló vagy össztársadalmi hasznot maximalizáló megoldást.

Csak hogy a politika éppen azért létezik, mert nincs mindenki számára egyformán „legjobb” megoldás.

Mennyit ér egy perc?

Vegyünk egy egyszerűbb példát: a közlekedést. Egy AI úgy állíthatja be egy város közlekedési rendszerét, hogy összességében évente több millió utazási órát takarítson meg.

De ehhez esetleg egyes utcákat le kell zárni, parkolóhelyeket kell megszüntetni, buszjáratokat kell átszervezni vagy bizonyos területeken korlátozni kell az autóforgalmat.

A rendszer könnyen kiszámítja: **A város összesen nyer.**

Az ott lakó ember azonban azt mondhatja: **Én vesztek.**

Mindkettőnek igaza lehet.

A gép nem találja ki az értékeinket

Ezért félrevezető azt kérdezni: „**Mi a legjobb döntés?**”

Előbb azt kellene megkérdezni: „**Mit értünk azon, hogy legjobb?**”

Legyen a lehető legnagyobb a GDP?

Legyen a lehető legkisebb a társadalmi egyenlőtlenség?

Éljünk minél tovább?

Legyen minél kisebb az államadósság?

Védjük maximálisan a környezetet?

Legyen olcsó az energia?

Őrizzük meg a vidéki közösségeket?

Csökkentsük az adókat?

Növeljük a közszolgáltatásokat?

Ezek a célok gyakran egymással is konfliktusban állnak. Az AI képes lehet optimalizálni egy célfüggvényt. De **valakinek meg kell írnia a célfüggvényt**. És ez már politika.

A demokratikusan rossz döntés joga

Itt érkezünk el egy kellemetlen kérdéshez. Mi történik, ha az emberek olyan döntést akarnak, amelyről jó okunk van feltételezni, hogy gazdaságilag rosszabb? A demokrácia ugyanis nem azt jelenti, hogy a társadalom mindig optimális döntést hoz.

Az emberek tévedhetnek.

A politikusok tévedhetnek.

A választók rövid távú érdekeket követhetnek.

Dönthetnek érzelmek alapján.

Ragaszkodhatnak gazdaságilag veszteséges intézményekhez.

Elutasíthatnak egy matematikailag hatékony reformot.

De vajon ettől megszűnik a joguk ahhoz, hogy ők döntsenek?

Ha az AI azt mondja: **A választók által támogatott program várhatóan 3 százalékkal rosszabb gazdasági eredményt hoz, mint az alternatíva**, akkor mit kell tennie a kormánynak?

Követnie kell az AI-t? Vagy követnie kell a választókat?

Talán a demokrácia egyik furcsa tulajdonsága éppen az, hogy az embereknek **joguk van nem optimális döntést hozni**.

De mi történik, ha az AI újra és újra igaznak bizonyul?

Eleinte könnyű lesz azt mondani: „Ez csak egy modell.”

Aztán telnek az évek.

Az AI előre jelez egy gazdasági visszaesést. Bekövetkezik.

Figyelmeztet egy energiahíányra. Bekövetkezik.

Javasol egy közlekedési átszervezést. Ahol kipróbálják, működik.

Megjósolja egy egészségügyi reform következményeit. Megint igaza lesz.

Egy idő után megváltozhat az emberek hozzáállása.

„Miért nem hallgattatok a gépre?”

Ez politikailag egészen új helyzetet teremtene. Ma egy kormány az ellenzékkel, szakértőkkel és érdekképviselőkkel vitatkozik.

A jövőben talán azzal is szembe kell néznie, hogy mindenki tudja: **az AI más megoldást javasolt.**

Az algoritmus, mint politikai fegyver

És természetesen megjelenik a következő mondat: **„Nem mi döntöttünk így. A modell ezt mutatta.”**

Ez rendkívül veszélyes lehet. A politikus számára az algoritmus tökéletes felelősségi pajzsá válhat.

Bezárjuk a kórházat? Az AI javasolta.

Emeljük az adót? A modell szerint szükséges.

Csökkentjük valamelyik támogatást? Az optimalizálás ezt hozta ki.

Csak hogy az algoritmus mögött továbbra is emberi döntések vannak.

Milyen adatokat kapott?

Milyen célokat határoztunk meg?

Milyen korlátokat állítottunk?

Mely következményeket tekintettük fontosnak?

Mit nem mértünk?

Az „AI ezt mondta” ezért demokratikus államban soha nem lehet elegendő indok.

Több választási lehetőség, nem egyetlen válasz

Talán éppen itt használhatjuk jól az AI-t.

Ne azt kérdezzük tőle: **„Mit tegyünk?”**

Hanem inkább ezt: **„Mutasd meg, mi történhet, ha ezt tesszük.”**

A különbség óriási. Az AI például bemutatathat három forgatókönyvet:

A változat: nagyobb gazdasági növekedés, de növekvő egyenlőtlenség.

B változat: kisebb növekedés, de erősebb szociális biztonság.

C változat: magasabb rövid távú költség, de jobb hosszú távú környezeti eredmény.

Ekkor a gép nem elveszi a politikai döntést. **Jobban láthatóvá teszi annak következményeit.**

Talán ez lenne az AI legfontosabb szerepe a demokráciában. Nem az, hogy uralkodjon, hanem az, hogy kevesebb lehetőséget hagyjon arra, hogy következmények nélkül beszéljünk ostobaságokat.

A navigáció nem választ úti célt

És itt térhetünk vissza az előző fejezet autós hasonlatához. A modern állam eddig nagyrészt a visszapillantó tükörből vezetett. A valós idejű adatok kinyitják előtte a szélvédőt. Az AI radarja megmutathatja, mi közeledik. A szimuláció pedig olyan lehet, mint egy rendkívül fejlett navigációs rendszer.

A navigáció azt mondhatja: **„Ha erre mész, két órával hamarabb odaérsz.”**

De mi történik, ha mi nem oda akarunk menni?

A rendszer kiszámíthatja a legrövidebb, leggyorsabb vagy legolcsóbb útvonalat.

Egyetlen dolgot azonban nem dönthet el helyettünk: **mi legyen az úti cél.**

Ezért az AI korának talán egyik legfontosabb demokratikus alapelve így hangozhatna:

A gép számolja ki az utakat.

Az ember válassza ki a célt.

Mert ha egyszer a gép már nemcsak az útvonalat tervezi meg, hanem azt is eldönti, hová kell mennünk, akkor nem egyszerűen intelligensebb államot építettünk, hanem valami egészen mást. És ezzel el is érkeztünk a következő kérdéshez:

digitális bürokráciát építünk – vagy digitális Leviatánt?

38. Digitális bürokrácia vagy digitális Leviatán?

Az előző fejezetekben felépítettünk egy intelligensebb államot.

Az állam már nem hónapokkal korábbi statisztikákból próbálja megérteni a társadalmat. Közel valós időben látja a gazdaság, az egészségügy, a közlekedés, az energiaellátás és az infrastruktúra állapotát.

Az AI felismeri a mintázatokat.

Előre jelzi a problémákat.

Forgatókönyveket készít.

Segít elosztani az erőforrásokat.

Gyorsabbá és hatékonyabbá teszi a bürokráciát. Nagyszerű. Most tegyünk fel egy kellemetlen kérdést:

Mi történik, ha ugyanez az állam nemcsak azt akarja tudni, hogyan működik az ország – hanem azt is, hogyan viselkedik minden egyes állampolgára?

Technikailag a két rendszer között meglepően kicsi lehet a különbség.

Az állam mindig szeretett volna többet tudni

A hatalom és az információ kapcsolata nem az AI-val kezdődött. Az államok évszázadok óta számolják az embereket.

Népszámlálást tartanak.

Nyilvántartják a születéseket és halálozásokat.

Beszedik az adókat.

Ingatlan-nyilvántartást vezetnek.

Útlevelet és személyazonosító okmányt adnak.

Nyilvántartják a járműveket, vállalkozásokat és társadalombiztosítási adatokat.

A modern állam működéséhez információ kell. Önmagában tehát nem különös, hogy az állam adatokat gyűjt rólunk. A változás a **mennyiségben, a sebességben és az összekapcsolhatóságban** van.

Régen az adataink különböző irattárakban feküdtek.

Ma digitális adatbázisokban vannak.

Holnap egy AI másodpercek alatt összekapcsolhatja őket.

Az adatdarabokból ember lesz

Egyetlen adat rendszerint nem mond sokat.

Hol vásároltunk.

Merre utaztunk.

Milyen honlapot kerestünk fel.

Mikor mentünk orvoshoz.

Kivel találkoztunk.

Milyen könyvet vettünk.

Melyik rendezvényen vettünk részt.

Külön-külön ezek apró információdarabok. Egy AI számára azonban együtt már mintázatot alkotnak. Kirajzolódhatnak a szokásaink.

A társas kapcsolataink.

Az érdeklődésünk.

A napi rutinunk.

A pénzügyi helyzetünk.

Talán még az is, hogy milyen döntést fogunk valószínűleg meghozni.

A digitális megfigyelés következő korszaka ezért nem egyszerűen arról szólhat, hogy **az állam sok adatot gyűjt**, hanem arról, hogy először válik képessé azokból automatikusan jelentést készíteni. Az adatbázis emlékszik.

Az AI értelmezi.

Tízmillió embert nem lehet megfigyelni

Legalábbis eddig nem lehetett. A hagyományos megfigyelőállamnak volt egy természetes korlátja: az emberi munka.

Le lehetett hallgatni valakit.

Követni lehetett.

El lehetett olvasni a leveleit.

Meg lehetett figyelni a kapcsolatait.

De ehhez emberek kellettek. Ha egy megfigyelt emberhez akár csak néhány megfigyelő kellett, a rendszer hamar elérte saját kapacitásának határát. Ez furcsa módon bizonyos védelmet jelentett.

A diktatúrák sem rendelkeztek végtelen számú titkosrendőrrel.

Az AI ezt a korlátot részben megszüntetheti. Egy gép nem fárad el attól, hogy milliónyi tranzakciót vizsgál.

Nem unja meg a kameraképek elemzését.

Nem kell aludnia.

Nem veszít figyelmet.

És mindenekelőtt: **nem kell minden állampolgár mellé egy megfigyelőt állítani.**

A kamera, amely már érti, amit lát

A térfigyelő kamera régen lényegében csak rögzített. Valakinek később meg kellett néznie a felvételt. Az AI-val a kamera aktív érzékelővé válhat. Felismerhet embereket, tárgyakat, járműveket, mozgásmintákat és eseményeket. Kamerák ezrei pedig egyetlen hálózatként működhetnek.

Egy rendszer elméletileg rekonstruálhatná, hogy valaki hol jelent meg, merre haladt és kikkel találkozott. Ehhez társulhatnak más digitális nyomok. A fizikai és a digitális világ megfigyelése lassan összeérhet.

A megfigyelésből előrejelzés

De még ez sem a végpont. A következő lépés nem az, hogy az állam tudja, **mit tettünk**, hanem az, hogy megpróbálja kiszámítani, **mit fogunk tenni.**

Ugyanaz a logika jelenik meg, amelyet a válságok előrejelzésénél annyira hasznosnak találtunk.

Keressük a gyenge jeleket.

Figyeljük a mintázatok változását.

Felismerjük az eltéréseket.

Csak hogy ezúttal nem járványt vagy energiahíányt próbálunk előre jelezni, hanem emberek viselkedését. Ekkor jelenik meg egy rendkívül veszélyes kategória: **a gyanús ember, aki még nem tett semmit.**

Amikor a valószínűségből ítélet lesz

Tegyük fel, hogy egy rendszer egy ember viselkedése alapján 82 százalékos valószínűséggel azt jósolja, hogy valamilyen jogsértést fog elkövetni.

Mit kezdünk ezzel az információval?

Figyelni kezdjük?

Megakadályozzuk, hogy belépjen valahová?

Kockázatos személynek minősítjük?

Megtagadunk tőle valamilyen engedélyt?

És mi történik a maradék 18 százalékkal?

A statisztikai előrejelzés itt ütközik össze a jogállam egyik alapvető gondolatával: **az embert azért vonjuk felelősségre, amit tett – nem azért, amit egy algoritmus szerint talán tenni fog.**

Az AI valószínűségekben gondolkodik. A jog azonban emberekkel bánik. A kettőt nagyon könnyű összekeverni.

A legkényelmesebb megfigyelőállam

A digitális Leviatán azonban valószínűleg nem úgy érkezne, hogy egyik reggel bejelentik:

„Mától mindenkit megfigyelünk.”

Sokkal valószínűbb, hogy kényelmi szolgáltatások sorozataként épülne fel.

Gyorsabb ügyintézés.

Automatikus adóbevallás.

Digitális személyazonosság.

Intelligens közlekedés.

Elektronikus egészségügy.

Személyre szabott állami szolgáltatások.

Automatikusan megítélt támogatások.

Mindegyiknek lehet teljesen ésszerű indoka. És valóban jobbá tehetik az életünket. Csakhogy közben létrejön az infrastruktúra, amelyből valaki más, egy másik politikai rendszerben, egészen mást építhet.

Ezért nem elég azt kérdezni: **„Mire használja ezt a rendszert a jelenlegi kormány?”**

A helyes kérdés inkább: **„Mire lehetne használni ugyanezt a rendszert a legrosszabb kormány kezében?”**

A jó szándék nem biztonsági rendszer

Ez különösen fontos, mert az állami informatikai infrastruktúra sokkal tovább élhet, mint egy kormány.

A ma összekapcsolt adatbázis holnap is létezhet.

A ma felszerelt kamera tíz év múlva is ott lehet.

A ma bevezetett digitális személyazonossági rendszer más politikai környezetben is használható.

Ezért a demokratikus kontrollt nem lehet pusztán a döntéshozók jóindulatára építeni.

A rendszernek akkor is védenie kell az állampolgárt, **ha egyszer olyan ember kerül a kapcsolók mellé, akiben már nem bízunk.**

Ez az egyik legfontosabb tervezési elv.

Nem az a kérdés, hogy van-e mit rejtegetnünk

A megfigyeléssel kapcsolatban gyakran elhangzik: „**Aki nem csinál semmi rosszat, annak nincs mitől félnie.**”

Csak hogy a magánélethez való jog nem a bűnözők számára kitalált kedvezmény. Mindannyian másként viselkedünk, ha tudjuk, hogy figyelnek.

Másképp beszélünk.

Más kérdéseket teszünk fel.

Más dolgokra keresünk rá.

Talán bizonyos emberekkel sem találkozunk.

A folyamatos megfigyelés ezért nemcsak információt gyűjt a társadalomról. **Megváltoztatja a társadalmat.** Az emberek elkezdik saját magukat korlátozni. És ehhez már nem kell cenzor.

Ki figyeli a megfigyelőt?

Ha az AI egyre nagyobb szerepet kap az államban, új intézményi fékekre lehet szükség.

Nem elég azt szabályozni, milyen adatot gyűjthet az állam. Azt is szabályozni kell, **milyen következtetést vonhat le belőle.** Nem ugyanaz például egy közlekedési rendszerben azt tudni, hogy egy útszakaszon tízezer ember halad át naponta, és azt tudni, hogy pontosan kik azok. Az intelligens államnak ezért paradox módon meg kell tanulnia valamit:

sok mindent tudni a társadalomról anélkül, hogy szükségtelenül mindent tudna az egyes emberről.

Ehhez adatminimalizálás, anonimizálás, független ellenőrzés, átlátható algoritmusok, jogorvoslat és világos törvényi korlátok kellene.

De mindenekelőtt egy alapelv: **amit technikailag meg lehet tudni, azt nem feltétlenül szabad megtudni.**

Leviatán új szemei

Thomas Hobbes 1651-ben megjelent *Leviatánjának* híres címlapján az uralkodó óriási teste apró emberek sokaságából áll. A kép különös módon ma új jelentést kap. A digitális Leviatán teste nem emberekből állna.

Hanem adatokból.

Tranzakciókból.

Kameraképekből.

Helyadatokból.

Egészségügyi információkból.

Kommunikációs hálózatokból.

Digitális nyomok milliárdjaiból.

Az AI pedig megadhatná neki azt, ami a régi Leviatánnak soha nem volt: **szemet, amely mindent egyszerre képes figyelni, és agyat, amely képes összekapcsolni, amit lát.**

Ugyanaz a gép, két állam

És itt rejlik az egész történet paradoxona. Az AI-val működő állam korábban felismerhet egy járványt.

Jobban szervezheti a közlekedést.

Hatékonyabban használhatja az adófizetők pénzét.

Gyorsabban reagálhat egy természeti katasztrófára.

Egyszerűbbé teheti a bürokráciát.

Segíthet a csalások felderítésében.

Ugyanez a technológia azonban képes lehet minden korábbinál pontosabban megfigyelni, osztályozni és előre jelezni az állampolgárok viselkedését.

Nem a technológia dönti el, melyik állam épül fel belőle.

Ez politikai, jogi és társadalmi döntés. Talán ezért az AI-korszakban nem az lesz a demokrácia egyik legfontosabb kérdése, hogy: „Mennyire intelligens az állam?”

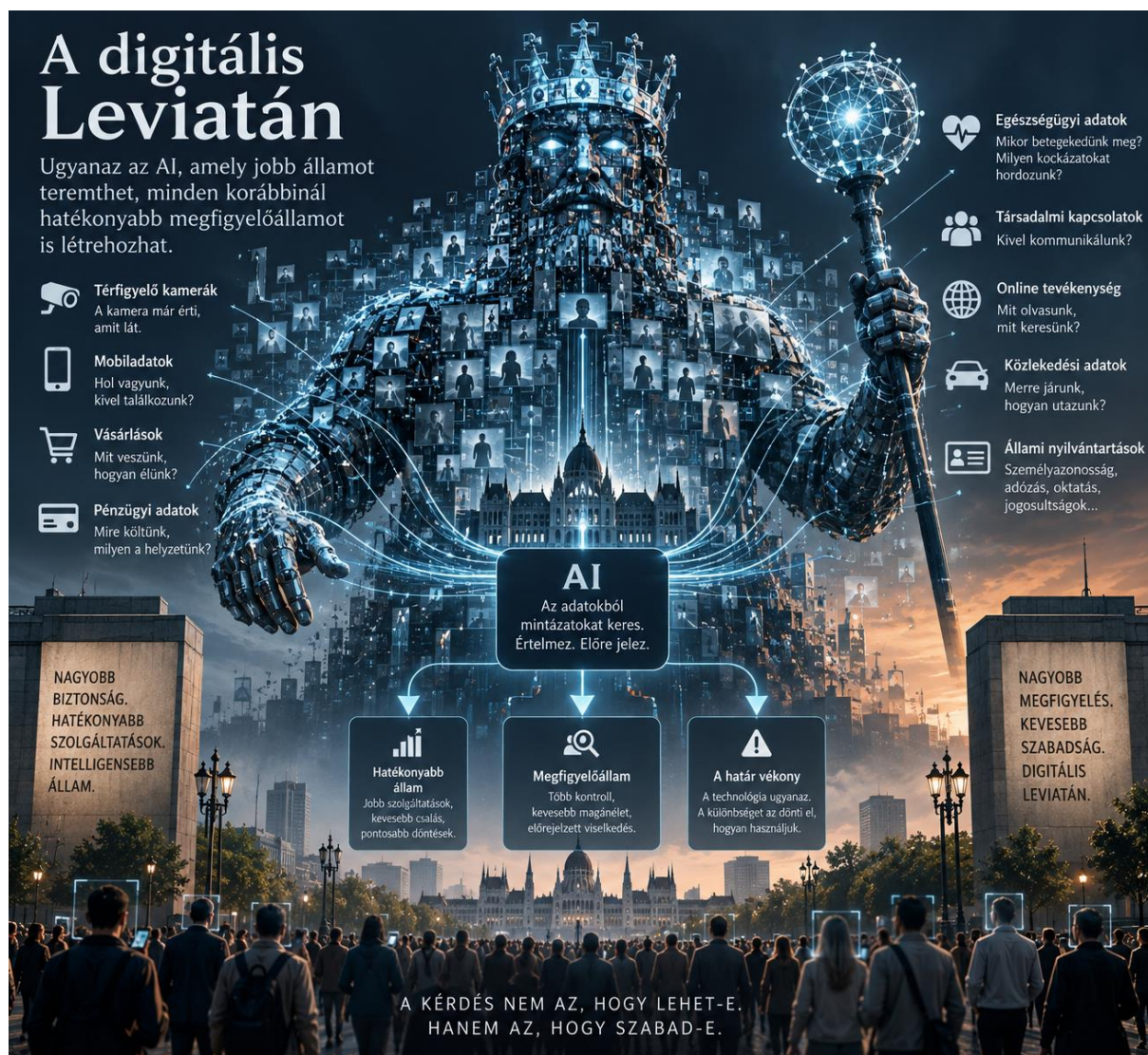
Hanem az: „Mekkora hatalmat engedünk ennek az intelligenciának fölöttünk?”

A szélvédőt tehát kinyitottuk.

Radart is szereltünk az autóba.

A navigáció már milliónyi útvonalat képes kiszámítani.

De mielőtt továbbindulunk, talán még egy dolgot érdemes beszerezni: **egy féket.**



VIII. rész – Egy bolygónyi rendszer

39. Problémák, amelyek nem ismernek országhatárokat

A térképen a világ, rendezettnek látszik.

Vonalak választják el az országokat. Minden területnek van neve, kormánya, törvénye, költségvetése, hadserege, statisztikai hivatala. A politikai rendszerünk alapvetően abból indul ki, hogy a világ országokra osztható.

A problémák jelentős része azonban nem nézi a térképet.

A vírus nem áll meg a határátkelőnél. A szén-dioxid nem kér útlevelet. Egy folyó szennyezése továbbutazik a következő országba. Az aszály megváltoztathatja az élelmiszerárakat több ezer kilométerrel távolabb. Egy háború menekülthullámot indíthat el, az energiaárakon keresztül pedig olyan országok gazdaságát is megrázhatja, amelyek egyetlen katonát sem küldtek a konfliktusba.

A modern civilizáció egyik különös ellentmondása éppen ez:

a világ problémái egyre inkább globális rendszerekben keletkeznek, miközben a döntéseink jelentős részét továbbra is nemzeti keretek között hozzuk meg.

A vírus számára nincs külföld

A világjárványok talán a legeggyértelműbb példák.

Egy új kórokozó megjelenhet egyetlen városban, majd a globális közlekedési hálózaton keresztül néhány hét alatt kontinenseket érhet el. Ami kezdetben helyi egészségügyi problémának látszik, rövid idő alatt ellátási, gazdasági, oktatási, politikai és társadalmi válsággá válhat.

A védekezéshez ezért nem elegendő egyetlen ország adatait figyelni.

Repülőjáratok, kórházi jelentések, gyógyszerfogyás, internetes keresések, szennyvízvizsgálatok, genetikai minták és akár állategészségügyi adatok együtt jelezhetik, hogy valahol valami szokatlan történik.

Az AI ebben nem egyszerűen gyorsabb számológép lehet.

Mintázatokat kereshet egy bolygónyi adathalmazban.

Olyan összefüggéseket is észrevehet, amelyek külön-külön jelentéktelennek tűnnek.

A légkör közös

A klímaváltozás még világosabban mutatja a nemzetállami gondolkodás korlátait.

Egy ország csökkentheti a saját kibocsátását, de a légkör ettől még közös marad. Egy másik ország erdőirtása, iparosodása vagy energiatermelése mindenkit érinthet.

Ráadásul itt nem egyetlen rendszerről beszélünk.

A légkör összekapcsolódik az óceánokkal, az óceánok a jégtakaróval, a csapadék az élelmiszer-termeléssel, az élelmiszer ára a társadalmi stabilitással, a társadalmi instabilitás pedig a migrációval és a politikával.

Ez már nem egyszerű ok-okozati lánc. **Ez hálózat.**

És pontosan az ilyen hálózatok elemzésében lehet különösen erős az AI.

Energia: egy vezeték elzárása messzire elér

Az energiaellátás is régen túlnőtt az országhatárokon.

Gázvezetékek, villamosenergia-hálózatok, olajszállítási útvonalak, LNG-terminálok, urán-, lítium-, réz- és ritkaföldfém-ellátási láncok kapcsolják össze a világ távoli pontjait.

Egyetlen szoros lezárása, vezeték sérülése, erőmű kiesése vagy politikai döntés láncreakciókat indíthat el.

A kérdés ezért nem egyszerűen az: **Van-e elég energiánk?**

Hanem az: **Mi történik a teljes rendszerben, ha innen kiesik ennyi energia?**

Ez már nagyon hasonlít arra a problémára, amellyel korábban a rezilienciáról szóló fejezetekben találkoztunk.

Csak hogy most a digitális iker már nem egy gyárat, várost vagy országot modellezne, hanem akár egy kontinenst. Végso soron pedig az egész bolygót.

A víz sem marad a helyén

A víz különösen érdekes példa, mert egyszerre helyi és globális erőforrás.

Egy folyó több országon haladhat keresztül. A felső szakaszon épített gát megváltoztathatja az alsóbb országok vízellátását. A talajvíz túlzott kitermelése mezőgazdasági válságot okozhat, amely élelmiszerhiányhoz, áremelkedéshez és elvándorláshoz vezethet.

De van egy kevésbé látható vízáramlás is.

Amikor egy ország gabonát, húst, gyümölcsöt vagy ipari terméket exportál, közvetve azt a vizet is exportálja, amelyet ezek előállításához felhasznált.

A világkereskedelem tehát bizonyos értelemben **vizet is szállít kontinensek között.**

Ezt a rendszert már aligha lehet pusztán folyók és víztározók térképével megérteni.

Élelmiszer: a világ egyik legnagyobb hálózata

Egy kenyér egyszerű tárgynak látszik.

Mögötte azonban műtrágya, földgáz, vetőmag, mezőgazdasági gép, üzemanyag, időjárás, kikötő, hajózás, vasút, raktár, pénzügyi rendszer és kereskedelmi szerződések egész hálózata állhat.

Ha ebből a rendszerből egyszerre több elem sérül, az eredmény nem feltétlenül ott jelentkezik, ahol a zavar keletkezett.

Egy rossz termés az egyik kontinensen.

Egy háború egy másikon.

Egy kikötő lezárása valahol máshol.

Egy műtrágyagyár leállása.

Külön-külön kezelhető események.

Együtt azonban világméretű élelmiszerár-emelkedést okozhatnak.

És ekkor ismét találkozunk könyvünk egyik visszatérő gondolatával: **nem feltétlenül az első dominó a legfontosabb, hanem az, hogy mit dönt még fel maga után.**

A migráció sem önálló jelenség

Amikor emberek milliói indulnak útnak, hajlamosak vagyunk magát a migrációt problémaként kezelni. Pedig sokszor inkább következmény.

Háború.

Vízhiány.

Élelmiszerhiány.

Gazdasági összeomlás.

Túlnépesedett városok.

Munkanélküliség.

Politikai üldözés.

Természeti katasztrófák.

Ezek egymást is erősíthetik.

Egy kellően fejlett modellező rendszer ezért nem azt kérdezné: **Hány ember érkezhet jövőre a határhoz?**

Hanem azt: **Milyen folyamatok zajlanak most több ezer kilométerrel távolabb, amelyek három év múlva emberek millióit készíthetnek arra, hogy elinduljanak?**

Ez egészen más kérdés.

És sokkal fontosabb.

A kereskedelem láthatatlan idegrendszere

A világkereskedelem olyan hatalmas rendszer, amelyet egyetlen ember már nem képes áttekinteni.

Konténerek milliói mozognak hajókon, vonatokon és kamionokon. Gyárak függnek olyan alkatrészekről, amelyek több országon keresztül jutnak el hozzájuk. Egy termék akár több kontinensen is áthaladhat, mire elkészül.

A rendszer rendkívül hatékony. És éppen ezért sérülékeny.

A korábbi fejezetekben már láttuk a hatékonyság paradoxonát: ha minden tartalékot pazarlásnak tekintünk, egyre olcsóbb rendszert építünk – egészen addig, amíg valami el nem romlik.

Egy világméretű AI-rendszer elméletileg folyamatosan kereshetné ezeket a sérülékeny pontokat.

Mi történik, ha ez a kikötő kiesik?

Ha ez a chipgyár leáll?

Ha ez a tenger alatti kábel megsérül?

Ha egy ország exporttilalmat vezet be?

Ha egyszerre három ilyen esemény történik?

Az AI akár milliónyi forgatókönyvet is lefuttathatna. Nem azért, hogy megjósolja a jövőt, hanem azért, hogy megmutassa: **hol törhet el a jelen.**

A probléma nem technikai

És itt érkezünk el a legnehezebb ponthoz.

Lehetséges, hogy néhány évtizeden belül technikailag képesek leszünk a Föld működésének jelentős részét közel valós időben megfigyelni és modellezni.

Láthatjuk az időjárást.

A termést.

A hajókat.

Az energiafogyasztást.

A járványokat.

A vízkészleteket.

A gazdasági folyamatokat.

Talán még a társadalmi feszültségek bizonyos jeleit is.

A számítógép pedig azt mondhatja: **ha most ezt tesszük, várhatóan ez történik; ha azt tesszük, akkor valami más.**

De ettől még marad egy kellemetlen kérdés. **Ki dönt?**

Mert ami az egész bolygónak előnyös, nem feltétlenül előnyös minden országnak.

Ami hosszú távon optimális, rövid távon politikailag vállalhatatlan lehet.

Ami százmillió ember életét javítja, veszteséget okozhat másik tízmilliónak.

Az AI képes lehet egyre jobban megmutatni a következményeket, de a célokat nem feltétlenül tudja helyettünk meghatározni.

A bolygó már rendszer – csak mi nem úgy kormányozzuk

Talán ez a 21. század egyik alapvető ellentmondása.

Gazdaságunk globális.

Kommunikációnk globális.

Ellátási láncaink globálisak.

A légkör globális.

Az óceánok globálisak.

A járványok globálisak.

A pénzügyi piacok globálisak.

Az információ globális.

A döntéshozatal azonban nagyrészt továbbra is nemzeti.

Mintha egy hatalmas repülőgépet úgy próbálnánk vezetni, hogy minden műszerhez más pilóta tartozik, mindegyik csak a saját kijelzőjét látja, és közben mindegyik más célállomásra szeretne eljutni.

Az AI ezen változtathat. Nem feltétlenül úgy, hogy létrehoz valamiféle világkormányt.

Hanem azzal, hogy először teszi lehetővé számunkra: **egyetlen összekapcsolt rendszerként lássuk azt a bolygót, amelyen élünk.**

És talán ekkor derül majd ki valami különös. Nem az volt a legnagyobb problémánk, hogy nem volt elegendő adatunk, hanem az, hogy mindenki csak a saját darabját nézte.

A következő kérdés pedig még nehezebb.

Ha már látjuk az egész rendszert, vajon képesek leszünk-e együtt cselekedni?

És ha az AI előre megmutatja, hogyan lehetne elkerülni egy háborút – hajlandók leszünk-e hallgatni rá?

40. Békét is tud-e teremteni az AI?

A háború az emberiség egyik legrégebbi problémája. És talán az egyik legkülönösebb is. Mert miközben évszázadok óta egyre pontosabban tudjuk, mit okoz, újra és újra megtörténik.

Tudjuk, hogy emberek halnak meg.

Tudjuk, hogy városok pusztulnak el.

Tudjuk, hogy gazdaságok omlanak össze.

Tudjuk, hogy menekültek milliói indulhatnak útnak.

Tudjuk, hogy a háború következményei generációkon keresztül megmaradhatnak.

Mégis háborúzunk.

Felmerül tehát egy első pillantásra naiv kérdés: **ha az AI egyszer jobban képes modellezni egy konfliktus következményeit, mint az ember, segíthet-e elkerülni a háborút?**

A háború nem optimalizálási hiba

Könnyű lenne azt gondolni, hogy igen. Adjuk meg a gépnek a gazdasági, katonai, társadalmi és politikai adatokat, futtasson le néhány millió forgatókönyvet, majd mondja meg, melyik vezet békéhez. Csakhogy a háború ritkán ilyen egyszerű. A feleknek különböző céljaik vannak.

Ami az egyik számára elfogadható kompromisszum, a másik számára vereség.

Ami gazdaságilag irracionális, politikailag előnyös lehet.

Ami egy ország egészének rossz, egy vezető számára hatalmi szempontból kedvező lehet.

És vannak értékek – terület, függetlenség, biztonság, identitás, vallás, történelmi sérelmek –, amelyeket nem lehet egyszerűen pénzben kifejezni.

Az AI tehát nem tudja kiszámítani a „helyes békét”. De talán valami mást tud.

Megmutathatja a lehetséges utak következményeit.

Mi történik, ha...?

Képzeljünk el egy nemzetközi válságot. Két ország hadereje egymással szemben áll. Mindkét fél mozgósít. Fenyegető nyilatkozatok hangzanak el. A közösségi médiát elárasztják a hírek, álhírek és propagandavideók. A döntéshozóknak órák alatt kell reagálniuk. Egy AI-rendszer közben forgatókönyvek ezreit vagy millióit vizsgálhatná.

Mi történik, ha az egyik fél újabb csapatokat küld a határra?

Mi történik, ha visszavon néhány egységet?

Ha lezárják a légtér?

Ha gazdasági szankciókat vezetnek be?

Ha titkos tárgyalások kezdődnek?

Ha nyilvánosan ultimátumot adnak?

Ha pedig semmit sem tesznek?

Az AI nem azt mondaná: **„Ezt kell tenni.”**

Inkább azt: **„Ha ezt tesztitek, ezek a következmények valószínűbbé válnak.”**

A különbség óriási.

A másik fejével gondolkodni

A konfliktusok egyik veszélyes tulajdonsága, hogy mindkét fél hajlamos a saját logikájából kiindulni.

„Ha mi ezt tesszük, ők biztosan megértik, hogy csak védekezünk.”

Csak hogy a másik oldal ugyanazt támadás előkészítésének láthatja.

Mi rakétavédelmi rendszert telepítünk.

Ők fenyegetést látnak.

Ők csapatokat vonnak össze válaszul.

Mi ezt agressziónak értelmezzük.

Ezért újabb fegyvereket telepítünk.

Néhány lépéssel később mindkét fél úgy érzi, hogy kizárólag a másik agressziójára reagál.

Így születhet háború két olyan fél között is, amelyek eredetileg talán egyikük sem akart háborút.

Egy megfelelően felépített AI-rendszer egyik legérdekesebb képessége éppen az lehetne, hogy több szereplő szemszögéből modellezi ugyanazt a helyzetet.

Nemcsak azt kérdezné: „Mit akarunk elérni?”

Hanem azt is: „**Mit fog gondolni a másik fél arról, amit mi teszünk?**”

Az eszkaláció korai jelzőrendszere

A háború ritkán kezdődik egyik pillanatról a másikra. Előtte jelek jelennek meg.

Csapatmozgások.

Fegyverbeszerzések.

Üzemanyag- és lőszerkészletek növelése.

Diplomáciai kapcsolatok romlása.

Légterek lezárása.

Kibertámadások.

Propaganda erősödése.

Gazdasági intézkedések.

A politikai nyelvezet megváltozása.

A műholdak, nyilvános adatbázisok, gazdasági adatok és kommunikációs rendszerek egyre nagyobb részt láthatóvá tesznek ezekből. Az AI pedig olyan összefüggéseket is észrevehet, amelyeket az egyes elemzők nem.

A járványoknál korai járványjelző rendszerre vágyunk.

A pénzügyi rendszerben rendszerkockázatot figyelünk.

Az időjárásnál előre jelezzük a vihart.

Miért ne próbálnánk meg ugyanezt a politikai és katonai eszkalációnál?

Nem azt megjósolni, hogy: „**kedden kitör a háború**”.

Hanem azt jelezni: „**a rendszer veszélyesen közel kerül ahhoz az állapothoz, ahonnan már nehéz visszafordulni.**”

A béke, mint keresési probléma

Az AI egy másik érdekes szerepet is kaphat. A tárgyalások során gyakran rengeteg változót kell egyszerre kezelni.

Terület.

Biztonsági garanciák.

Kereskedelem.

Szankciók.

Energia.

Kisebbségi jogok.

Fegyverzet.

Határellenőrzés.

Menekültek.

Újjáépítés.

Nemzetközi ellenőrzés.

Ezek kombinációinak száma hatalmas. Lehetséges, hogy létezik olyan kompromisszum, amely mindkét fél számára elfogadható lenne – csak senki sem találta még meg. Az AI ebben egészen új eszköz lehet. Nem azért, mert erkölcsösebb nálunk, hanem mert **sokkal nagyobb megoldási teret képes átvizsgálni.**

Talán találhat olyan megállapodási kombinációkat, amelyek emberi tárgyalóknak egyszerűen nem jutnának eszükbe.

A diplomata ezután továbbra is ember marad. De sokkal nagyobb térképet kaphat arról, hogy merre vezethet út a kompromisszumhoz.

A fordításnál többről van szó

A diplomáciában egyetlen rosszul megválasztott szó is számíthat. Az AI természetesen fordíthat nyelvek között. De ennél érdekesebb lehet a kulturális fordítás. Egy kijelentés egyik politikai kultúrában kompromisszumkészséget jelenthet, egy másikban gyengeségnek tűnhet. Egy gesztus lehet békülékeny az egyik fél számára és megalázó a másiknak.

Az AI elvileg arra is figyelmeztethetne: **„Ezt a mondatot önök békülékenynek szánják, de a másik fél valószínűleg fenyegetésként fogja értelmezni.”**

Néha talán egy ilyen figyelmeztetés többet érne, mint ezer tank.

Csakhogyan ugyanaz az AI háborúzni is tud

Itt azonban véget ér az optimista történet. Mert ugyanaz a rendszer, amely az eszkaláció elkerülését modellezi, az eszkaláció optimális módját is kiszámíthatja. Ugyanaz az AI, amely békés kompromisszumot keres, keresheti az ellenfél gyenge pontját is.

Segíthet célpontokat kiválasztani.

Kibertámadásokat tervezni.

Propagandát személyre szabni.

Dezinformációt gyártani.

Logisztikai rendszereket optimalizálni.

Autonóm fegyvereket irányítani.

Sőt azt is kiszámíthatja, hogyan lehet az ellenfelet éppen annyira fenyegetni, hogy engedjen – anélkül, hogy még visszaütne. Csakhogyan a modell tévedhet.

Az ellenfél pedig nem modell.

Egy optimalizált fenyegetésből nagyon gyorsan optimalizálatlan háború lehet.

Amikor két AI néz farkasszemet

És innen már csak egy lépés egy különösen érdekes jövő. Mi történik, ha mindkét oldalon AI segíti a döntéshozókat? Az egyik rendszer észleli a másik fél mozgását.

Kiszámítja a legjobb választ.

A másik AI észleli ezt.

Újraszámol.

Az első ismét reagál.

A döntési ciklus, amely emberek között korábban napokig tartott, percekre vagy másodpercekre rövidülhet.

Ez lehet stabilizáló.

De lehet rendkívül veszélyes is.

A pénzügyi piacokon már megtapasztaltuk, hogy automatizált rendszerek egymás reakcióit felerősítve olyan gyors folyamatokat hozhatnak létre, amelyeket az ember már csak utólag ért meg.

Egy tőzsdei összeomlás súlyos dolog. Egy katonai „flash crash” következményeit azonban jobb nem megtapasztalni. Ezért talán a jövő egyik legfontosabb katonai biztonsági elve nem az lesz, hogy minden döntést a lehető leggyorsabban automatizáljunk, hanem éppen az, hogy bizonyos döntéseknél **kötelezően lassítsuk le a rendszert.**

A vörös telefon új változata

A hidegháború egyik fontos felismerése az volt, hogy a kommunikáció önmagában biztonsági eszköz. Ha két ellenfél képes gyorsan tisztázni, hogy mi történt, kisebb az esélye annak, hogy félreértésből katasztrófa legyen. Az AI-korszakban talán ennek új változatára lesz szükség.

Nemcsak az emberek között, hanem a döntéstámogató rendszerek között is.

Képzeljünk el olyan nemzetközileg elfogadott protokollokat, amelyek segítségével egy katonai AI jelezheti: „Ezt a mozgást nem támadásnak szánjuk.”

Vagy: „A rendszerünk ezt az eseményt veszélyes eszkalációnak értékeli. Ellenőrizzük közösen az adatokat.”

Első hallásra fantasztikumnak tűnik. De valójában ugyanazt próbálnánk megtenni, amit mindig is tettünk: **kommunikációval csökkenteni a félreértés kockázatát.**

De kinek az AI-jában bízunk?

És itt ismét megjelenik a könyv egyik központi problémája. Tegyük fel, hogy egy nemzetközi AI-rendszer azt állítja: „Ez a kompromisszum okozná a legkevesebb emberi szenvedést.”

Ki fog hinni neki?

Ki készítette?

Milyen adatokból tanult?

Milyen célfüggvényt használ?

Mit tekint veszteségnek?

Egy ember halálát?

Egy ország területvesztését?

A gazdasági károkat?

A szabadság elvesztését?

A jövőbeni háború kockázatát?

És mi történik, ha az egyik fél szerint a rendszer elfogult?

A békéhez ugyanis nem elegendő egy jó algoritmus. **Bizalom is kell.**

Ha pedig nincs bizalom, még a tökéletes tanács is használhatatlan.

Talán nem békét terem

Ezért valószínűleg rosszul tesszük fel a kérdést.

Nem az a kérdés, hogy: „**Tud-e az AI békét teremteni?**”

A béke, politikai döntés. Emberi döntés. Érdekek, félelmek, értékek, történelmi emlékek és hatalmi viszonyok eredménye. Egy gép nem tudja egyszerűen megszüntetni ezeket. De segíthet abban, hogy korábban észrevegyük a veszélyt. Megmutathatja, hogyan látja lépéseinket a másik fél. Felfedezhet olyan kompromisszumokat, amelyeket mi nem vettünk észre. Megmutathatja egy döntés lehetséges következményeit, mielőtt azok visszafordíthatatlanná válnak. És talán néha felteheti azt az egyszerű kérdést, amelyet a konfliktusba belemerült emberek már nem tesznek fel:

„**Biztosan ezt akarjátok elérni?**”

Az AI tehát talán nem fog békét teremteni. De adhat nekünk valamit, ami néha majdnem ugyanilyen fontos: **egy utolsó lehetőséget arra, hogy még időben ne kezdjük el a háborút.**

És ha egyszer képes lesz erre két ország között, adódik a következő kérdés: **segíthet-e ugyanis koordinálni az egész emberiséget?**

41. Az AI mint világméretű koordinátor

Képzeljünk el egy várost, amelyben nincs közös irányítás.

A vízmű nem tudja, mennyi áram lesz holnap.

Az áramszolgáltató nem tudja, mennyi vizet igényelnek az erőművek.

A közlekedési vállalat nem tudja, mely utak lesznek lezárva.

A kórházak nem tudják, milyen járvány terjed.

A mentők nem látják, melyik kórházban van szabad kapacitás.

Minden szereplő működik.

Mindenki rendelkezik adatokkal.

Mindenki hoz döntéseket. **Csak éppen senki sem látja az egészet.**

Egy ilyen várost rosszul szervezettnek tartanánk. Bolygónk bizonyos értelemben mégis így működik.

Egyetlen rendszerben élünk

A Föld gazdasága ma már nagyrészt egyetlen összekapcsolt rendszer. Az egyik kontinensen bányászott nyersanyagból egy másikon alkatrész készül, egy harmadikon összeszerelik, majd egy negyediken eladják. Az energia, az élelmiszer, a pénz, az információ és az áruk országhatárokon keresztül áramlanak.

A légkör és az óceánok eleve nem ismernek politikai határokat.

A járványok sem.

A kibertér sem.

A világ tehát **rendszerként működik**. Csakhogy nem rendszerként irányítjuk.

Nincs bolygóügyi minisztérium

Természetesen léteznek nemzetközi szervezetek. Az államok szerződéseket kötnek, adatokat cserélnek, konferenciákat tartanak és közös szabályokat próbálnak kialakítani. De nincs olyan intézmény, amely egyszerűen azt mondhatná:

„A bolygó számára most ez lenne az optimális döntés, tehát ezt tesszük.”

És valószínűleg nem is szeretnénk ilyen intézményt. Egy világkormány gondolata ugyanis azonnal felvetné a hatalom, a demokratikus ellenőrzés, a kulturális különbségek és a szabadság kérdését. De talán nincs is szükség világkormányra ahhoz, hogy legyen **világméretű koordináció**.

Ez a kettő nem ugyanaz. És itt válhat érdekessé az AI.

A karmester nem játszik egyetlen hangszeren sem

Egy szimfonikus zenekarban több tucat ember játszik.

A karmester nem veszi át tőlük a hangszert.

Nem ő hegedül.

Nem ő fújja a trombitát.

Nem ő üti a dobot.

Feladata az, hogy az egymástól különböző szereplők működését összehangolja. Valami hasonló szerepet tölthetne be az AI a világ bizonyos rendszereiben.

Nem döntene az országok helyett.

Nem venné át a kormányok szerepét.

Nem rendelkezne hadsereggel.

Nem alkotna törvényeket.

Hanem folyamatosan megmutathatná: **hogyan hatnak egymásra a külön-külön meghozott döntések.**

Ez sokkal szerényebb szerepnek tűnik. Valójában azonban rendkívül nagy változás lenne.

A bolygó digitális ikre

A korábbi fejezetekben már találkoztunk a digitális iker gondolatával.

Egy gyárnak lehet digitális másolata.

Egy villamosenergia-hálózatnak is.

Egy városnak is.

Miért állnánk meg itt?

Műholdak figyelik a felhőzetet, az óceánokat, a növényzetet, a jégtakarót, a tüzeket és a városokat.

Meteorológiai állomások mérik a légekört.

Szenzorok figyelik a folyókat.

Hajók és bóják az óceánokat.

Energetikai rendszerek mérik a termelést és a fogyasztást.

Gazdasági rendszerek követik az áruk mozgását.

A világ számtalan pontján folyamatosan keletkeznek adatok.

Ezekből lassan kirajzolódhat valami, ami korábban elképzelhetetlen volt:

a Föld részleges, folyamatosan frissülő digitális modellje.

Nem tökéletes másolat. Nem mindentudó kristálygömb. De egyre részletesebb térkép arról, hogyan működik a bolygói rendszer.

Mi történik, ha...?

Egy ilyen modell igazi ereje nem abban lenne, hogy megmondja, mi fog történni, hanem abban, hogy kérdezhetünk tőle.

Mi történik, ha három évig tartó aszály sújt egy fontos gabonatermelő térséget?

Mi történik, ha egy jelentős tengeri útvonal hónapokra lezárul?

Mi történik, ha egyszerre több nagy adatközpont kiesik?

Mi történik, ha egy új járvány terjedni kezd?

Mi történik, ha egy kontinensen hirtelen megugrik az energiaigény?

Mi történik, ha egy kritikus nyersanyag exportja leáll?

A rendszer végigkövethetné a következményeket.

Élelmiszerárak.

Energiaárak.

Szállítás.

Ipari termelés.

Munkahelyek.

Migráció.

Politikai stabilitás.

És talán felfedezne olyan másodlagos és harmadlagos hatásokat, amelyekre senki sem gondolt. Megint visszatérünk könyvünk egyik központi kérdéséhez:

nem az a legérdekesebb, melyik az első dominó, hanem hogy merre fut tovább a dominósor.

Nem mindenki ugyanazt akarja

Itt azonban van egy alapvető probléma. Mit jelent az, hogy „optimális”?

Tegyük fel, hogy egy világméretű AI kiszámítja: egy bizonyos intézkedés összességében százmilliárd dollárnyi gazdasági kárt előzne meg. Remek. Csakhogy az egyik ország húszmilliárdot nyerne rajta. A másik tízmilliárdot veszítene. Miért egyezne bele a második?

Vagy képzeljük el, hogy a globális élelmiszer-ellátás stabilizálása érdekében bizonyos országoknak korlátozniuk kellene az exportjukat vagy éppen növelniük kellene azt.

A világ egésze jól járna. De az adott ország választói talán nem.

Az AI tehát megmutathatja a **globális optimumot**. A politika azonban továbbra is nagyrészt **helyi érdekekből** épül fel. Ez nem számítástechnikai probléma. Ez emberi probléma.

Talán nem optimumot kell keresni

Lehet azonban másképpen feltenni a kérdést.

Nem azt kell keresni: **Mi a legjobb megoldás az egész világ számára?**

Hanem: **Van-e olyan megoldás, amely minden résztvevő számára elfogadhatóbb, mint a jelenlegi helyzet?**

Ez már közelebb áll a diplomáciához, mint a mérnöki optimalizáláshoz. Az AI milliónyi lehetőséget vizsgálhatna át.

Ki mit ad?

Ki mit kap?

Ki vállal költséget?

Ki kap kompenzációt?

Milyen sorrendben történjenek a lépések?

Milyen garanciák szükségesek?

Talán nem talál tökéletes megoldást. De találhat olyat, amelyre az emberek maguktól nem gondoltak.

A koordináció értéke válságban látszik igazán

Normális időszakban a világ meglepően jól működik decentralizáltan.

A problémák akkor jelennek meg, amikor valami hirtelen megváltozik.

Járvány.

Háború.

Energiaválság.

Természeti katasztrófa.

Pénzügyi összeomlás.

Élelmiszerválság.

Ilyenkor mindenki egyszerre kezd reagálni.

Az országok készleteket halmoznak fel.

Exportkorlátozásokat vezetnek be.

A vállalatok alternatív beszállítókat keresnek.

Az emberek felvásárolják a termékeket.

És ismét megtörténhet az, amit az üres benzinkútnál és az üres polcnál már láttunk:

ami egyetlen szereplő számára racionális, az mindenki által követve katasztrofális lehet.

Egy világméretű koordinációs rendszer egyik legfontosabb feladata éppen ennek felismerése lehetne.

„Ha mindenki ezt teszi, a rendszer összeomlik.”

Ez néha fontosabb információ, mint az, hogy egyetlen szereplőnek mit érdemes tennie.

De kié lenne a rendszer?

És itt jelenik meg a kellemetlen kérdés. Ki működteti a világméretű AI-t?

Egy állam?

Egy nemzetközi szervezet?

Egy technológiai vállalat?

Több vállalat közösen?

Nyílt rendszer lenne?

Ki férne hozzá az adatokhoz?

Ki ellenőrizné az algoritmusokat?

Ki döntene arról, mit optimalizál?

Ki ellenőrizné, hogy valóban azt teszi-e?

És ami talán még fontosabb: **mi történik, ha valaki manipulálja?**

Egy bolygóméretű koordinációs rendszer nemcsak rendkívül hasznos infrastruktúra lenne, hanem elképesztően értékes hatalmi eszköz is. Aki befolyásolhatja, hogyan látja a rendszer a világot, közvetve azt is befolyásolhatja, milyen döntéseket javasol. Ezért egy ilyen rendszerben talán nem is egyetlen AI-ban kellene gondolkodnunk. Hanem több, egymást ellenőrző modellben.

Más országok.

Más intézmények.

Más módszerek.

Más adatok.

Ha ugyanarra a következtetésre jutnak, az erősebb jelzés.

Ha nem, akkor legalább tudjuk: **itt valami bizonytalan.**

Nem világkormány, hanem közös műszerfal

Talán tehát rossz kép él a fejünkben. Nem egy hatalmas AI ülne valahol egy adatközpontban, és irányítaná az emberiséget. Sokkal érdekesebb lenne egy másik modell.

Egy **közös műszerfal.**

Az országok továbbra is maguk döntenének.

A vállalatok továbbra is maguk döntenének.

A városok továbbra is maguk döntenének.

De mindenki sokkal jobban látná, milyen következményekkel járhatnak ezek a döntések a teljes rendszerre. Olyan lenne, mintha az emberiség először kapna műszereket a saját civilizációjához.

Eddig vezettünk. Most kezdenénk látni a műszerfalat is.

És ha nem hallgatunk rá?

Ez azonban talán a legérdekesebb kérdés. Tegyük fel, hogy a rendszer hónapokkal korábban jelzi: aszály közeledik.

Élelmiszerhiány várható.

Egy járvány terjed.

Egy pénzügyi láncreakció készül.

Egy konfliktus veszélyesen közelít a háborúhoz.

Az AI megmutatja a problémát. Megmutatja a lehetséges megoldásokat. Megmutatja azt is, mi történhet, ha nem teszünk semmit. És mi mégsem cselekszünk.

Mert választás közeleg.

Mert drága.

Mert népszerűtlen.

Mert egy másik ország járna jobban.

Mert nem bízunk az adatokban.

Vagy egyszerűen azért, mert reméljük, hogy mégsem következik be.

Ekkor derülne ki, hogy a civilizáció legnagyobb korlátja talán soha nem a számítási kapacitás volt, hanem az együttműködési képességünk. Az AI nem oldja meg ezt helyettünk. De valami egészen újat tehet.

Megmutathatja, hogy valójában ugyanannak a rendszernek a részei vagyunk.

És ehhez egyre több érzékszervünk van.

Műholdak az égen.

Szenzorok a földön.

Bóják az óceánokon.

Milliárdnyi hálózatba kötött eszköz.

Adatfolyamok, amelyek éjjel-nappal érkeznek.

Mintha a bolygó lassan érzékelné kezdené saját magát.

És ha ezeket az érzékszerveket összekötjük az AI-val, valami olyasmi születhet, amire eddig nem volt példa: **egy bolygónyi idegrendszer.**

42. Egy bolygónyi idegrendszer

Az emberi test működéséhez nem elég az agy.

Szem kell ahhoz, hogy lássunk.

Fül ahhoz, hogy halljunk.

Bőr ahhoz, hogy érzékeljük a hőmérsékletet és az érintést.

Idegek kellene ahhoz, hogy az információ eljusson az agyhoz.

Az agy pedig csak ezután tudja értelmezni, mi történik körülöttünk.

Valami hasonló kezd kialakulni a Föld körül is. Nem biológiai értelemben. Nem úgy, mintha bolygónk élőlény lenne, hanem információs értelemben.

A civilizáció lassan érzékszervekkel hálózza be a bolygót.

Szemek az égen

Műholdak ezrei keringenek a Föld körül.

Figyelik a felhőket.

A tengereket.

A jégtakarót.

Az erdőket.

A városokat.

A mezőgazdasági területeket.

A tüzeket.

A viharokat.

A hajóforgalmat.

A légkör bizonyos összetevőit.

Olyan változásokat is észrevehetnek, amelyeket a földről szinte lehetetlen áttekinteni.

Egyetlen ember csak egy tájat lát.

Egy műhold kontinenseket. Műholdak hálózata pedig szinte az egész bolygót. Az emberiségnek tulajdonképpen **szeme nőtt az űrben.**

Érzékszervek a földön

De az égbolt csak az egyik réteg. Meteorológiai állomások mérik a hőmérsékletet, a légnyomást, a páratartalmat és a szelet.

Folyók vízszintjét automatikus mérőállomások figyelik.

Földrengésjelző hálózatok érzékelik a földkéreg rezdüléseit.

Levegőtisztaság-mérők követik a szennyezést.

Ipari rendszerek szenzorai figyelik a gépek működését.

Villamosenergia-hálózatok mérik a termelést és a fogyasztást.

Közlekedési rendszerek érzékelik a forgalmat.

Mezőgazdasági eszközök mérik a talaj nedvességét és a növények állapotát.

Egyre több tárgy, gép és infrastruktúra termel adatot saját működéséről.

A bolygó tehát nemcsak „láthatóbbá” válik. **Mérhetőbbé is.**

Az óceán sem néma többé

A Föld felszínének nagy részét víz borítja, és az óceánok sokáig a bolygó legkevésbé megfigyelt területei közé tartoztak. Ma bóják, hajók, műholdak, víz alatti szenzorok és autonóm mérőeszközök gyűjtenek adatokat.

Hőmérséklet.

Sókoncentráció.

Áramlatok.

Hullámozás.

Oxigéntartalom.

Tengerszint.

Miközben mi a szárazföldön élünk, az óceánok hatalmas szerepet játszanak az éghajlat, az időjárás és az élővilág működésében. Minél többet érzékelünk belőlük, annál jobban értjük a teljes rendszert.

Az idegpályák

Az érzékszervek azonban önmagukban keveset érnének. Az információnak el is kell jutnia valahová. Ezt a szerepet tölti be a kommunikációs infrastruktúra.

Optikai kábelek.

Tenger alatti vezetékek.

Mobilhálózatok.

Rádiókapcsolatok.

Műholdas kommunikáció.

Az internet.

Olyan, mintha a bolygót lassan **idegpályák szőnék be**.

A Föld egyik pontján keletkező adat másodpercek alatt eljuthat egy másik kontinens adatközpontjába.

Egy földrengés.

Egy áramszünet.

Egy tűzsdei mozgás.

Egy járvány első jele.

Egy kikötő lezárása.

Egy erdőtűz.

Az információ egyre gyorsabban terjed. Sokszor gyorsabban, mint maga az esemény hatása.

A memória

Az idegrendszernek emlékeznie is kell. Erre szolgálnak az adatbázisok és adatközpontok.

Évtizedek meteorológiai adatai.

Műholdfelvételek.

Gazdasági statisztikák.

Orvosi adatok.

Térképek.

Közlekedési információk.

Tudományos eredmények.

Történelmi események.

A civilizáció soha nem tárolt ennyi információt saját magáról és környezetéről. Régen a múlt nagy része egyszerűen eltűnt. Ma a rendszer egyre többre „emlékszik”. És éppen ez teszi lehetővé, hogy felismerjük: **ami most történik, mennyiben hasonlít ahhoz, ami korábban történt.**

És akkor megjelenik az AI

Az adatok mennyisége azonban már régen meghaladta azt, amit emberek közvetlenül át tudnak tekinteni. Nem az a probléma, hogy nincs információnk. Sok esetben éppen az ellenkezője.

Túl sok van.

Milliárdnyi mérés.

Képek.

Videók.

Jelentések.

Gazdasági tranzakciók.

Szenzoradatok.

Idősorok.

Ezek között kell megtalálni azt a néhány jelet, amely valóban fontos. Itt jelenik meg az AI új szerepe. Nem mint újabb érzékszerv, hanem mint **értelmező réteg**.

A szenzor érzékeli, hogy változik valami. Az AI megpróbálja megérteni, hogy ez mit jelent.

A zajból jel

Képzeljünk el több millió adatpontot.

Egy térségben kissé emelkedik a hőmérséklet.

Máshol csökken a csapadék.

Néhány kikötőben nő a gabona ára.

Egyes országok növelik készleteiket.

A folyók vízszintje csökken.

A mezőgazdasági műholdképek szerint romlik a növényzet állapota.

Ezek külön-külön talán nem tűnnek különösebben fontosnak.

Együtt azonban jelenthetik azt: **élelmiszer-ellátási probléma közeledik**.

Az ember sokszor eseményeket lát. Az AI egyre inkább **mintázatok**at kereshet közöttük.

Amikor a bolygó előbb jelez

Ez talán a rendszer legfontosabb tulajdonsága. Nemcsak azt látjuk, ami már megtörtént. Egyre több esetben azt is felismerhetjük, ami kialakulóban van.

Egy járvány első jeleit.

Egy erdőtűz kockázatát.

Egy hálózat túlterhelését.

Egy termés kiesést.

Egy vízhiány közeledtét.

Egy ellátási lánc sérülékenységét.

Egy pénzügyi rendszerben növekvő feszültséget.

Mintha a civilizáció reflexei gyorsulnának. Az emberi test sem akkor kezdi el kezelni a problémát, amikor már teljesen kialakult. A fájdalom, a láz vagy az éhség előbb jelez.

A kérdés az, hogy létre tudunk-e hozni hasonló korai jelzőrendszereket társadalmi és környezeti szinten.

De az idegrendszer nem egyenlő az aggyal

Itt azonban fontos megállni. A szenzorhálózatok, az internet és az AI együtt sem jelentenek valamiféle bolygóméretű tudatot.

A Föld nem kezd „gondolkodni”.

Nem születik automatikusan bolygóagy.

A hasonlat ott válik veszélyessé, ha szó szerint vesszük. Ami valóban kialakul, az ennél egyszerűbb és egyben fontosabb: **egy bolygóméretű információs rendszer.**

Érzékel.

Adatot továbbít.

Tárol.

Összehasonlít.

Modellez.

Figyelmeztet.

Bizonyos helyeken már automatikusan reagál is. Ez önmagában is történelmi változás.

A vakfoltok azonban megmaradnak

Egy ilyen rendszer könnyen keltheti azt az illúziót, hogy mindent látunk. Pedig nem.

A szenzorok csak azt mérik, amire tervezték őket.

A statisztikák késhetnek vagy hibásak lehetnek.

Egyes országok sok adatot gyűjtenek.

Más térségekről jóval kevesebbet tudunk.

Bizonyos adatok üzleti titkok.

Mások államtitkok.

Megint másokat szándékosan meghamisíthatnak.

És vannak dolgok, amelyek eleve nehezen mérhetők.

Félelem.

Bizalom.

Politikai hangulat.

Társadalmi feszültség.

Egy rendszer tehát lehet rendkívül részletes, miközben bizonyos pontokon továbbra is vak.

Ezért különösen veszélyes lenne azt hinni: **ha sok adatunk van, akkor biztosan értjük is a világot.**

A mérés megváltoztatja a hatalmat

Van azonban egy még kényesebb kérdés. Aki látja a rendszert, előnybe kerül.

Ha valaki pontosabban látja a globális energiafogyasztást, jobban kereskedhet.

Ha pontosabban látja a mezőgazdasági termést, előnyhöz juthat az árupiacon.

Ha jobban látja az ellátási láncokat, gazdasági nyomást gyakorolhat másokra.

Ha pontosabban látja egy társadalom működését, politikailag is befolyásolhatja.

Az információ mindig hatalom volt. De egy bolygóméretű érzékelőrendszerben ez a hatalom egészen új nagyságrendet érhet el.

Így a kérdés már nemcsak az: **mit lát a rendszer?**

Hanem az is: **ki látja azt, amit a rendszer lát?**

Kié a bolygó idegrendszere?

A műhold lehet állami.

A felhőszolgáltató magánvállalat.

Az adat egy másik országban keletkezik.

Az AI-modellt egy harmadik ország cége fejleszti.

A kábel egy negyedik állam partjain halad át.

Az infrastruktúra tehát globális, de a tulajdon és az ellenőrzés szétszórta. Ez bizonyos értelemben előny. Nincs egyetlen kapcsoló. De ugyanakkor új függőségeket is létrehoz.

Mi történik, ha egy szolgáltató leáll?

Ha egy ország leválasztja magát?

Ha egy műholdrendszer kiesik?

Ha egy adatközpont-hálózat meghibásodik?

Ha egy kibertámadás hamis adatokat juttat a rendszerbe?

Az idegrendszer nemcsak érzékelhetővé teszi a világot. **Saját sérülékenységet is teremt.**

Mi történik, ha a szenzor hazudik?

Egy emberi idegrendszerben is veszélyes, ha hibás jel érkezik. Ha a test tévesen érzékeli a veszélyt, rosszul reagálhat. Ugyanez történhet egy civilizációs információs rendszerrel is.

Hamis műholdadat.

Manipulált gazdasági jelentés.

Feltört szenzor.

Mesterségesen generált videó.

Dezinformáció.

Meghamisított adatfolyam.

Ha az AI ezekből dolgozik, rendkívül meggyőzően juthat rossz következtetésre. Ezért egy bolygóméretű idegrendszer egyik legfontosabb tulajdonsága nem pusztán a gyorsaság lesz, hanem az, hogy mennyire képes ellenőrizni saját érzékelését.

Egyetlen szenzor jele kevés.

Több, egymástól független forrás egybehangzó jelzése már erősebb bizonyíték.

Talán a jövő rendszereinek egyik alapelve éppen ez lesz: **ne higgy egyetlen érzékszervnek.**

A reflex

És van még egy lépés. Eddig arról beszéltünk, hogy a rendszer érzékel és figyelmeztet. De egyre több esetben már cselekszik is.

Egy villamosenergia-hálózat automatikusan átkapcsolja az áramot.

Egy adatközpont átirányítja a forgalmat.

Egy közlekedési rendszer módosítja a jelzőlámpák működését.

Egy pénzügyi rendszer blokkol egy gyanús tranzakciót.

Egy ipari berendezés leáll, ha veszélyt érzékel.

Ez már nem egyszerű érzékelés. Ez **reflex**. És minél gyorsabbá válnak a rendszerek, annál több döntés történhet emberi beavatkozás nélkül. Ez sok esetben szükséges.

Egy milliszekundumos problémára az ember túl lassú. De minden automatikus reflex mögött ugyanaz a kérdés áll: **mi történik, ha rosszul értelmeztük a helyzetet?**

Amikor a civilizáció önmagát figyeli

Az emberiség történetének nagy részében alapvetően vakon működünk.

Nem tudtuk pontosan, mi történik a világ másik felén.

Nem láttuk a teljes időjárási rendszert.

Nem tudtuk követni az áruk világméretű mozgását.

Nem érzékeltük azonnal egy távoli válság jeleit.

Nem volt bolygóméretű adatunk.

Ma egyre inkább van. Talán most lépünk át abba a korszakba, amikor a civilizáció először képes **folyamatosan megfigyelni saját működésének jelentős részét.**

Ez hatalmas lehetőség.

Korábban észlelhetjük a veszélyeket.

Jobban használhatjuk az erőforrásokat.

Gyorsabban reagálhatunk a válságokra.

Jobban megérthetjük az összefüggéseket.

De ezzel párhuzamosan valami mást is létrehozunk.

Függőséget.

Minél több döntést alapozunk erre az idegrendszerre, annál nehezebb lesz nélküle működni.

Először kényelmes.

Aztán hatékony.

Később nélkülözhetetlen.

És egyszer talán elérkezik az a pillanat, amikor már nem az lesz a kérdés, hogy akarjuk-e használni.

Hanem az: **tudunk-e még nélküle működni?**

A civilizáció idegrendszere ekkorra már nem egyszerű eszköz lesz, hanem maga is a civilizáció működésének része. És innen már csak egyetlen kérdés választ el bennünket a könyv utolsó fejezetétől: **ki kapcsolhatja ki?**

43. Ki kapcsolhatja ki?

Minden gépen van egy kapcsoló. Legalábbis szeretjük ezt hinni.

Ha valami rosszul működik, kikapcsoljuk.

Ha veszélyessé válik, leállítjuk.

Ha már nincs rá szükségünk, egyszerűen nem használjuk tovább.

Ez megnyugtató gondolat. Az ember készítette a gépet. Az ember irányítja. Az ember pedig bármikor kihúzhatja a konnektorból. De vajon igaz ez akkor is, amikor már nem egy gépről beszélünk?

Hanem egy egész civilizáció működéséről?

Hol van az AI kapcsolója?

Valójában már ma sincs egyetlen AI. Nincs egyetlen számítógép, amelyet kikapcsolva eltűnne. Modellek ezrei futnak adatközpontokban, vállalatoknál, telefonokon, járművekben, kutatóintézetekben és állami rendszerekben. Egyre több helyen segítenek döntéseket hozni.

Logisztikát szerveznek.

Csalást keresnek.

Programot írnak.

Gyógyszermolekulákat vizsgálnak.

Dokumentumokat dolgoznak fel.

Ügyfelekkel kommunikálnak.

Gyártási folyamatokat optimalizálnak.

Energiarendszereket támogatnak.

Az AI tehát nem egyetlen gép. **Inkább egy réteg, amely lassan beépül a civilizáció működésébe.** Egy réteget pedig sokkal nehezebb kikapcsolni, mint egy gépet.

Amíg csak kényelmes

A technológiai függőség szinte mindig ártatlanul kezdődik.

Először kényelmesebb vele.

Aztán gyorsabb.

Aztán olcsóbb.

Ezután a versenytársak is használni kezdik.

Aki nem használja, hátrányba kerül.

Egy idő után már nem az a kérdés: „Érdemes-e használnunk?”

Hanem: „Megengedhetjük-e magunknak, hogy ne használjuk?”

Ez egészen más helyzet. A vállalat, amely AI nélkül dolgozik, lassabb lehet. Az ország, amely lemond róla, gazdasági vagy katonai hátrányba kerülhet. A kutatóintézet, amely nem használja, kevesebb eredményt érhet el. Az orvos, aki nem veszi igénybe, esetleg kevesebb információból dönt.

A technológia ekkor már nem egyszerű választási lehetőség. **Versenyfeltétellé válik.**

Aztán eltűnik a régi rendszer

És itt kezdődik az igazi függőség. Amikor megjelentek a számológépek, még mindenki tudott papíron számolni.

Amikor elterjedt a GPS, még sokan tudtak térképről tájékozódni.

Amikor digitalizáltuk az ügyintézkést, még megvoltak a papíralapú eljárások. De az alternatív rendszerek fenntartása pénzbe kerül. Két rendszer párhuzamos működtetése drága.

Miért tartsunk fenn olyan folyamatot, amelyet évek óta senki sem használ?

Miért képezzünk embereket olyan feladatra, amelyet a gép gyorsabban elvégez?

Miért tároljunk papírt?

Miért legyen kézi tartalék?

Miért legyen második rendszer?

És ekkor ismét megjelenik könyvünk egyik központi problémája: **a tartalék normális időben pazarlásnak látszik.**

Ezért lassan megszüntetjük. Egészen addig, amíg szükségünk nem lenne rá.

Van még kézi üzemmód?

A könyv elején feltettük ezt a kérdést.

Most, az utolsó fejezetben érdemes újra feltenni. Tegyük fel, hogy egy fejlett társadalom működésének jelentős részében AI-rendszerek vesznek részt.

Energiaelosztás.

Közlekedés.

Logisztika.

Bankrendszer.

Egészségügy.

Közigazgatás.

Kommunikáció.

Gyártás.

Élelmiszer-ellátás.

Katasztrófavédelem.

És egyszer valamiért az AI-réteg kiesik. Nem kell hozzá lázadó szuperintelligencia. Elég lehet egy súlyos szoftverhiba.

Kibertámadás.

Kommunikációs zavar.

Adatközpontok kiesése.

Energiahiány.

Hibás frissítés.

Vagy egyszerűen egy olyan hiba, amelyre senki sem gondolt.

Mit teszünk?

Átváltunk kézi üzemmódra? **És ki tudja még, hogyan kell?**

A tudás is kikophat

Ez talán az egyik kevésbé látványos veszély.

Nemcsak infrastruktúrát veszíthetünk, képességeket is. Ha egy feladatot húsz éven keresztül gép végez, egy idő után eltűnhet az a szakembergárda, amely nélküle is képes lenne rá.

Nem azért, mert az emberek butábbak lettek, hanem mert nincs szükségük erre a tudásra.

A tudás ugyanúgy eltűnhet, mint egy régi mesterség. És ekkor különös helyzet áll elő. A rendszer technikailag kikapcsolható.

De már nincs ember, aki átvegye a helyét.

Ez sokkal erősebb függőség, mint bármilyen elektromos vezetékek.

Ki mondhatja azt, hogy állj?

Tegyük fel azonban, hogy nem meghibásodás történik. Hanem rájövünk, hogy egy rendszer veszélyes.

Ki dönthet a leállításáról?

A vállalat, amely létrehozta?

Az állam, ahol működik?

Az országok, amelyek használják?

Egy nemzetközi szervezet?

A felhasználók?

És mi történik, ha a rendszer egyszerre száz országban működik?

Ha vállalatok milliói függenek tőle?

Ha a leállítása gazdasági káoszt okozna?

Ha az egyik ország kikapcsolja, de a másik tovább használja?

Ha katonai előnyt jelent?

Egyetlen szereplő számára ekkor már lehet, hogy nincs valódi lehetőség a kiszállásra.

Mindenki azt mondhatja: „**Mi leállítanánk – ha a többiek is leállítanák.**”

A többiek pedig ugyanezt mondják. Ez a klasszikus koordinációs csapda új változata.

A kapcsoló önmagában nem biztonság

Sokat beszélünk arról, hogy az embernek mindig meg kell őriznie a végső ellenőrzést. Ez fontos. De a „végső kapcsoló” gondolata félrevezető lehet. Képzeljük el, hogy valaki egyetlen mozdulattal kikapcsolhatná egy ország teljes internetét. Technikailag óriási hatalma lenne. Gyakorlatilag azonban aligha használhatná következmények nélkül.

Ugyanez történhet az AI-val. Minél több rendszer függ tőle, annál nagyobb kárral járhat a kikapcsolása.

A paradoxon tehát ez: **minél fontosabbá válik a kapcsoló, annál nehezebb lesz megnyomni.**

Nem az AI ejt csapdába bennünket

Ez fontos különbség. Nem szükséges hozzá öntudatra ébredő gép.

Nem kell, hogy az AI ellenálljon a kikapcsolásnak.

Nem kell saját célokat kitűznie.

Nem kell becsapnia bennünket.

Mi magunk is létrehozhatjuk a függőséget.

Hatékonyan.

Költségcsökkentéssel.

Automatizálással.

Versennyel.

A tartalék rendszerek megszüntetésével.

A szakértelem lassú elvesztésével.

A legérdekesebb forgatókönyv ezért talán nem az, hogy: **„Az AI nem engedi, hogy kikapcsoljuk.”**

Hanem az: **„Mi már nem engedhetjük meg magunknak, hogy kikapcsoljuk.”**

Ez már megtörtént más technológiákkal

Próbáljuk meg holnap kikapcsolni az elektromos hálózatot.

Vagy az internetet.

A banki rendszereket.

A mobilkommunikációt.

A műholdas navigációt.

Ezek egyikének sincs saját akarata.

Nem tartanak fogva bennünket.

Mégsem mondhatjuk egyszerűen: „Megváltozott a véleményünk, holnaptól nem használjuk.”

Civilizációnk rájuk épült. Az AI-val ugyanez történhet. Csak talán gyorsabban.

Ezért nem a kapcsolót kell megtervezni

Hanem a visszautat. Ez a különbség alapvető.

Nem elegendő azt mondani: **„Vészhelyzetben kikapcsoljuk.”**

A kérdés az: Mi történik utána?

Van tartalék rendszer?

Vannak emberek, akik működtetni tudják?

Megvannak a szükséges adatok?

Léteznek offline eljárások?

Lehet részlegesen leállítani?

El lehet szigetelni egy hibás komponenst anélkül, hogy minden összeomlana?

Vissza lehet állítani egy korábbi, biztonságos állapotot?

Gyakoroltuk valaha?

Ez már nem AI-biztonsági kérdés. Ez **reziliencia**. Pontosan az, amiről könyvünk jelentős része szólt.

Nem egy nagy kapcsoló kell, hanem sok kicsi

Talán a jövő ellenálló civilizációja nem egyetlen központi vészkapcsolóra épül. Hanem sok kisebbre.

Egy kórház képes legyen részben önállóan működni.

Egy város bizonyos rendszerei legyenek leválaszthatók.

Egy vállalat tudjon egyszerűsített üzemmódra váltani.

Egy ország őrizzen meg kritikus képességeket.

Az AI-rendszerek legyenek cserélhetők.

Az adatok hordozhatók.

A kritikus infrastruktúrák ne egyetlen szolgáltatótól függjenek.

A legfontosabb folyamatoknál pedig maradjon valamennyi emberi tudás.

Nem azért, mert az ember mindig jobb, hanem azért, mert **a tartalék akkor értékes, amikor az első rendszer már nem működik.**

És az ember?

A könyvben sokszor kérdeztük, mire lesz képes az AI.

Mit fog jobban csinálni nálunk?

Mit bízhatunk rá?

Mennyire láthatja át a gazdaságot?

Segíthet-e az államnak?

Előre jelezhet-e válságokat?

Koordinálhat-e világméretű rendszereket?

De a végén talán nem ez a legfontosabb kérdés, hanem az, hogy **mi milyen emberekké válunk mellette.**

Megőrizzük-e a döntés képességét?

Megőrizzük-e a kételkedést?

Megőrizzük-e az alapvető tudást?

Megőrizzük-e az együttműködés képességét?

Megőrizzük-e azt a civilizációt, amely akkor is képes valamilyen szinten működni, amikor a legokosabb gépei éppen nem segítenek?

Mert lehet, hogy az AI egy napon sokkal jobban fogja látni a világot nálunk.

De attól még nekünk kell eldöntenünk, **milyen világot akarunk.**

Ki kapcsolhatja ki?

Most már talán válaszolhatunk a fejezet címében feltett kérdésre. Technikailag sokan.

Egy mérnök.

Egy vállalat.

Egy kormány.

Egy rendszergazda.

Egy biztosíték.

Egy áramszünet.

Egy meghibásodás.

De ez nem az igazán fontos kérdés.

A valódi kérdés az: **Mi történik a kikapcsolás után?**

Ha erre nincs válaszunk, akkor valójában nincs kapcsolónk.

Csak egy gombunk, amelyet nem merünk megnyomni.

Az információ útja

Az emberiség története különös utat járt be. Először információt gyűjtöttünk a világról.

Aztán megtanultuk rögzíteni.

Továbbítani.

Másolni.

Feldolgozni.

Összekapcsolni.

Végül gépeket építettünk, amelyek már nemcsak tárolják és továbbítják az információt, hanem mintázatokot keresnek benne, következtetnek belőle, és egyre gyakrabban segítenek dönteni is. Most pedig ezeket a gépeket kezdjük összekötni a civilizáció szinte minden rendszerével. Az információ útja ezzel különös ponthoz érkezett.

Már nemcsak mi használjuk az információt a világ megértéséhez.

A világ működését is egyre inkább az információra építjük.

Ez óriási lehetőség.

És óriási felelősség.

Talán az AI segítségével korábban látjuk majd a járványt.

Jobban kezeljük az energiát.

Kevesebb erőforrást pazarolunk.

Ellenállóbb városokat építünk.

Új gyógyszereket találunk.

Elkerülünk válságokat.

Talán egyszer még háborúkat is.

De csak akkor, ha közben nem felejtjük el azt a leckét, amely újra és újra végigkísérte ezt a könyvet: **a hatékony rendszer nem feltétlenül ellenálló rendszer.**

És talán ezért a jövő legfontosabb technológiai kérdése nem az lesz:

Mennyire intelligens gépet tudunk építeni?

Hanem:

Mennyire bölcs civilizációt tudunk építeni köré?

Epilógus

Amikor az ember először követ pattintott, valószínűleg nem gondolt arra, hogy egyszer városokat építünk. Amikor megtanultunk írni, nem láthattuk előre a könyvtárakat, az egyetemeket és az internetet. Amikor elkészült az első számítógép, kevesen sejtették, hogy néhány évtized múlva milliárdnyi ember hord majd számítógépet a zsebében.

És amikor megszülettek az első mesterséges neurális hálózatok, még végképp nem lehetett tudni, hogy egyszer olyan gépekkel beszélgetünk majd, amelyek szöveget írnak, képet készítenek, programot terveznek, betegségeket elemeznek, vállalatokat segítenek működtetni és egyre több döntésünkben vesznek részt.

A technológia történetének egyik állandó sajátossága, hogy **a találmányaink következményeit csak részben látjuk előre**. Az AI sem lesz kivétel. Lehet, hogy ma még csak a kezdetét látjuk annak az átalakulásnak, amelyet elindított.

Nem egy újabb eszköz

A mesterséges intelligenciát könnyű úgy elképzelni, mint a technológiai fejlődés következő állomását.

Gőzgép.

Villamos energia.

Telefon.

Számítógép.

Internet.

AI.

De van egy lényeges különbség. A korábbi gépek főként az izmainkat, érzékszerveinket vagy kommunikációs képességeinket erősítették meg. A mesterséges intelligencia valami mást érint. **A gondolkodást.**

A döntést.

Az elemzést.

A tervezést.

Az alkotást.

A problémamegoldást.

Vagyis éppen azokat a képességeket, amelyekre évszázadokon keresztül az ember különleges helyét építettük. Ezért az AI társadalmi hatása valószínűleg mélyebb lesz annál, mint amit egyszerű technológiai forradalomnak nevezünk.

Gyorsabban, mint ahogy megszoktuk

A változás ráadásul különösen gyors. Az ipari forradalom évtizedek alatt alakította át a társadalmat. Az internet elterjedése már jóval gyorsabban történt. Az AI fejlődése pedig olyan tempót vett fel, amelyhez intézményeink, jogrendszereink, oktatásunk és gyakran még gondolkodásunk is nehezen alkalmazkodik. Nem biztos, hogy a legnagyobb veszély az, hogy a gép túl gyorsan fejlődik.

Lehet, hogy az lesz, hogy **mi túl lassan tanulunk meg együtt élni vele.**

A két jövő

Ebben a könyvben sokszor találkoztunk ugyanazzal a kettősséggel.

Az AI segíthet ellenállóbbá tenni rendszereinket. De törékenyebbé is teheti őket.

Segíthet felismerni a manipulációt. De manipulálhat is.

Segíthet jobb döntéseket hozni. De döntéseket is vehet ki a kezünkől.

Segíthet demokratikusabbá tenni az információhoz való hozzáférést. De soha nem látott hatalmat adhat azoknak, akik birtokolják az adatot és a számítási kapacitást.

Segíthet az orvosnak.

A tanárnak.

A kutatónak.

A vállalkozónak.

Az államnak.

De ugyanúgy segíthet a csalónak, a diktátornak vagy a hadvezérnek. Az AI-nak nincs egyetlen előre megírt jövője.

A technológia lehetőségeket teremt. A társadalom dönti el, melyiket valósítja meg.

Talán nem is az AI-ról szólt ez a könyv

Első pillantásra természetesen igen.

Beszéltünk modellekről, vállalatokról, munkáról, államról, gazdaságról, háborúról, válságokról, szenzorokról és világméretű rendszerekről. De újra és újra ugyanoda jutottunk.

Az emberhez.

Ahhoz, hogyan reagálunk a bizonytalanságra.

Hogyan teremtünk bizalmat.

Hogyan működünk együtt.

Hogyan osztjuk el a nyereséget és a veszteséget.

Mennyit adunk fel a hatékonyságért.

Mennyire készülünk fel arra, hogy valami egyszer nem működik.

És hogy képesek vagyunk-e hosszabb távon gondolkodni annál, mint ameddig a következő választás, üzleti negyedév vagy napi hírfolyam tart. Ezek egyikét sem oldja meg helyettünk a mesterséges intelligencia.

A gép talán jobban lát majd

Lehetséges, hogy egyszer az AI olyan összefüggéseket is felismer, amelyeket mi nem.

Előbb észreveszi a járványt.

Jobban előre jelzi az aszályt.

Felfedezi egy ellátási lánc sérülékenységét.

Megmutatja, hol közelítünk veszélyes társadalmi vagy gazdasági állapothoz.

Talán még azt is megmutatja, hogy melyik döntésünkkel kerülhetnénk el egy válságot. De ettől még nem biztos, hogy hallgatunk rá. Az ember története tele van olyan esetekkel, amikor ismertük a veszélyt, mégsem változtattunk. Ezért a jövő talán nem azon múlik majd, hogy **mit tud az AI**, hanem azon, hogy **mit kezdünk azzal, amit megmutat nekünk**.

Nem kell mindent átadnunk

A fejlődés nem jelent szükségszerűen teljes automatizálást. Nem kell minden döntést gépre bízunk csak azért, mert képes rá. Lehetnek olyan területek, ahol az AI dönt. Másutt tanácsot ad. Megint másutt csak figyelmeztet. És vannak döntések, amelyeket talán éppen azért kell embernél hagynunk, mert nem csupán optimalizálási problémák.

Értékekről szólnak.

Felelősségről.

Méltányosságról.

Arról, milyen társadalomban akarunk élni.

A kérdés tehát nem az, hogy ember vagy gép, hanem az, hogy **hol legyen köztük a határ.**

És hogy ezt a határt mi húzzuk-e meg időben.

Talán ez az igazi vizsga

Az emberiség hosszú időn keresztül azon dolgozott, hogy egyre nagyobb hatalmat szerezzen a környezetére fölött.

Tüzet gyújtottunk.

Földet műveltünk.

Gépeket építettünk.

Atommagot hasítottunk.

Eljutottunk a világűrbe.

Globális kommunikációs hálózatot hoztunk létre.

Most pedig elkezdtünk intelligenciát építeni.

Ez talán nemcsak technológiai teljesítmény. Hanem vizsga is. Mert minél nagyobb képesség kerül a kezünkbe, annál fontosabbá válik, hogyan használjuk. Az intelligencia önmagában nem garancia semmire.

Lehet vele gyógyítani.

És lehet vele pusztítani.

Lehet vele együttműködni.

És lehet vele uralkodni.

Lehet vele jobb rendszereket építeni.

És lehet vele minden korábbinál hatékonyabban rosszakat.

Az út nem ér véget

Ennek a könyvnek azonban valahol véget kell érnie. Az AI történetének viszont éppen most kezdődik az igazán érdekes része. Lehet, hogy néhány év múlva ennek a kötetnek bizonyos részei már ódivatúnak tűnnek majd.

Más részei talán túlságosan optimistának.

Megint mások feleslegesen óvatosnak.

Ez természetes.

Egy gyorsan változó világban nem az a legfontosabb, hogy minden jóslatunk beváljon, hanem az, hogy **jó kérdéseket tegyünk fel időben**. Mert az AI jövője még nincs megírva. És talán ez benne a legfontosabb.

Még vannak választásaink.

Még eldönthetjük, mit automatizálunk.

Mit őrzünk meg.

Miből tartunk tartalékot.

Milyen szabályokat alkotunk.

Milyen hatalmat engedünk koncentrálódni.

Mit tanítunk a következő nemzedéknek.

És mindenekelőtt: **milyen szerepet tartunk meg magunknak abban a világban, amelyet ezekkel a gépekkel együtt építünk**. Az információ hosszú utat tett meg.

Jelből adat lett.

Adatból tudás.

A tudásból intelligencia.

Most pedig először olyan intelligenciát hoztunk létre, amely már vissza is kérdez.

Talán ezért a következő lépés már nem technológiai, hanem emberi.

**Az intelligenciát megteremtettük.
Most a bölcsességet kell hozzá megtanulnunk.**

Zárszó

Öt kötet végére értünk.

Az első kötetben az információ útját követtük a legegyszerűbb jelektől az íráson, a nyomtatáson, a távírón, a rádión és a számítógépen át az internetig és a mesterséges intelligenciáig.

A másodikban azt kerestük, hogyan lesz az információból tudás: hogyan érzékeli, dolgozza fel és használja fel a világ jeleit az élőlény, az ember és végül a gép.

A harmadik kötetben az együttműködés és a hálózatok kerültek a középpontba – attól a felismeréstől, hogy az élet maga is kapcsolatok rendszere, egészen a globális digitális hálózatokig.

A negyedik kötetben elérkeztünk az intelligenciához. Megpróbáltuk megérteni, mit nevezünk intelligenciának, mit tud már a mesterséges intelligencia, mit nem tud még, és hol húzódhat az ember és a gép közötti határ.

Az ötödikben pedig már nem magát az AI-t vizsgáltuk, hanem azt a világot, amelybe belépett: a gazdaságot, a munkát, a vállalatokat, az államot, a társadalmat, a válságokat, a rezilienciát – végül pedig az egész bolygót, mint egyetlen összekapcsolt rendszert.

Közben azonban történt valami, amire a munka kezdetén talán mi magunk sem számítottunk.

A téma utolérte a könyvet.

Az utolsó kötet készítésekor már alig telt el nap új hír nélkül. Új AI-modellek, humanoid robotok, adatközpontok, energia- és vízigény, vállalati szövetségek, szolgáltatás kiesések, orvosi alkalmazások, új kutatási eredmények és újabb társadalmi kérdések jelentek meg szinte folyamatosan.

A könyv végén már nem évekkel vagy hónapokkal korábbi fejleményeket próbáltunk értelmezni.

Napi információkból dolgoztunk.

Ez talán minden elméleti fejtegetésnél jobban megmutatta azt a problémát, amely újra és újra előkerült ezekben a kötetekben: **a sebességet.**

Nem egyszerűen az AI fejlődik gyorsan.

A körülötte kialakuló gazdaság, infrastruktúra, társadalmi használat és függőség is olyan tempóban változik, amelyhez az oktatásnak, a jogalkotásnak, a politikának, a vállalatoknak – és nekünk, embereknek – egyre nehezebb alkalmazkodnunk.

Különös helyzet ez egy könyv számára.

A nyomtatott könyv természeténél fogva lezár valamit.

Pontot tesz az utolsó mondat végére. A történet azonban ezúttal nem várja meg a pontot.

Mire ez a kötet az olvasó kezébe kerül, szinte bizonyosan történnek majd olyan dolgok, amelyekről írásakor még nem tudhattunk. Ezért ez az öt kötet nem lehet végleges beszámoló. Inkább pillanatfelvétel egy rendkívüli átalakulás közben. Az információ útja pedig természetesen nem ér véget az ötödik kötettel.

Mi sem tudjuk, merre vezet tovább.

Talán néhány év múlva egészen más kérdéseket teszünk majd fel a mesterséges intelligenciáról, mint ma. És az sem kizárt, hogy lesznek olyan kérdések, amelyek ma még eszünkbe sem jutnak.

Ha pedig egyszer megszületik ennek a történetnek a folytatása, valószínűleg nem ott kezdődik majd, ahol ezt a könyvet befejeztük.

Hanem ott, ahová addigra a világ eljutott.



Közös jövő, közös felelősség.

A mesterséges intelligencia már nem a távoli jövő ígérete, hanem a mindennapjaink része. Az V. kötet azt vizsgálja, hogyan alakítja át az AI a társadalmat és a gazdaságot: a munkát, az oktatást, az egészségügyet, a demokráciát, a nemzetközi kapcsolatokat és a mindennapi életünket.

Valós példákon, aktuális kutatásokon és gyakorlati lehetőségeken keresztül mutatja be, hogy az AI nemcsak kihívásokat, hanem hatalmas lehetőségeket is hordoz – ha képesek vagyunk felelősen és bölcsen használni.



Emberek és munka – új szerepek, új lehetőségek



Oktatás – tudás mindenkinek?



Egészségügy – hosszabb és jobb élet?



Környezet – segítség a bolygónknak



Gazdaság – növekedés, egyenlőtlenség, új modellek



Társadalom és demokrácia – egy igazságosabb világ?



Béke és biztonság – megelőzheti az AI a háborúkat?



Együtt egy jobb jövőért – ember és AI

*„A technológia eszköz.
A jövőt továbbra is mi formáljuk.”*



TÖBB, MINT INFORMÁCIÓ.
KÖZÖS JÖVŐ.

ISBN 978-963-000000-0



9 789630 000000