



# Üzemeltetési feladatok automatizálási lehetőségei, különös tekintettel a mesterséges intelligencia alkalmazására

Dr. Nagy Albert

**City Rail 2024 – XXIV. Városi Közlekedés Aktuális Kérdései**  
Balatonfenyves  
2024. szeptember 4.



# Miről lesz szó... avagy a szabályozásoktól a tényleges karbantartásig...

1

Kiindulási helyzet

2

Új munkamódszerek megjelenése

3

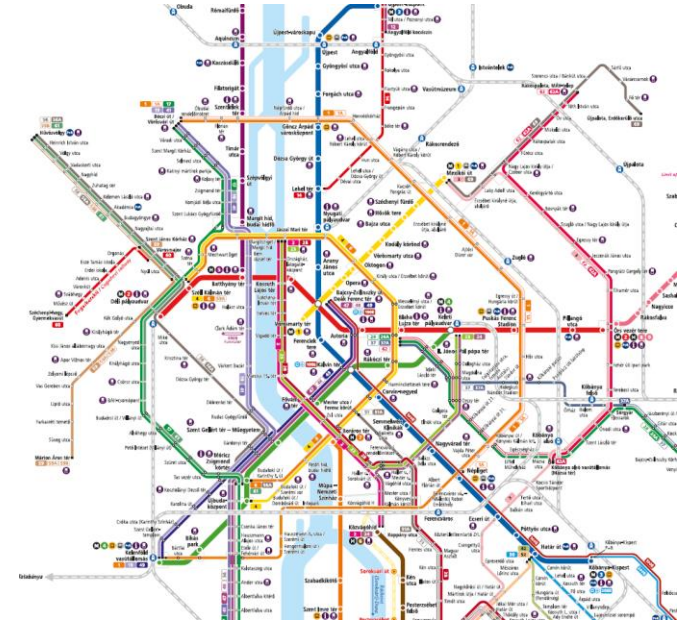
Mi az a Mesterséges Intelligencia (MI)?

4

Az MI felhasználási lehetőségei az üzemeltetésben  
Hatékonyságnövelés digitalizációval

5

Javasolt bevezetési területek az üzemeltetéshez kapcsolódóan



# MI?! Mesterséges Intelligencia?

## 1956: Dartmouth konferencia

John McCarthy, a Stanford professzora használta először egy publikációban a mesterséges intelligencia kifejezést

## 1966: Első Chatbot példány!

**Eliza:** pszichoterapeutával történt beszélgetés szimulációja

## „Új” tartalom generálás

A meglévő adatokra alapozva olyan új tartalom generálása ami korábban nem létezett



# Kiindulási helyzet

A BKV-nak a mobilitás területén szerzett több évtizedes üzemeltetői tapasztalata

A legjobb gyakorlatok felhasználása alapvető



ADATVAGYON: Mobilitási adatok rendelkezésre állnak: üzemeltetésből, eszközökből származó-, a járművekhez kapcsolódó adatok-, a dolgok internete (IoT)

MI  
alapfeltétel

Az adattudomány felhasználása, a mesterséges intelligencia és a gépi tanulási algoritmusok használata



CÉL

Hiányzó, új technológiával le nem fedett területek korszerűsítése, hatékonyságjavítás.  
Egyes üzemeltetési feladatok automatizálása, új szemléletű karbantartás.

# Új munkamódszerek megjelenése

## Adaptív digitális transzformáció

- A szervezet működésének folyamatos újragondolása, amelynek célja a hatékonyságnövelés, értékteremtés, folyamatos szervezeti javulás

## A diszruptív technológiák jelen vannak

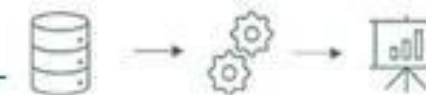
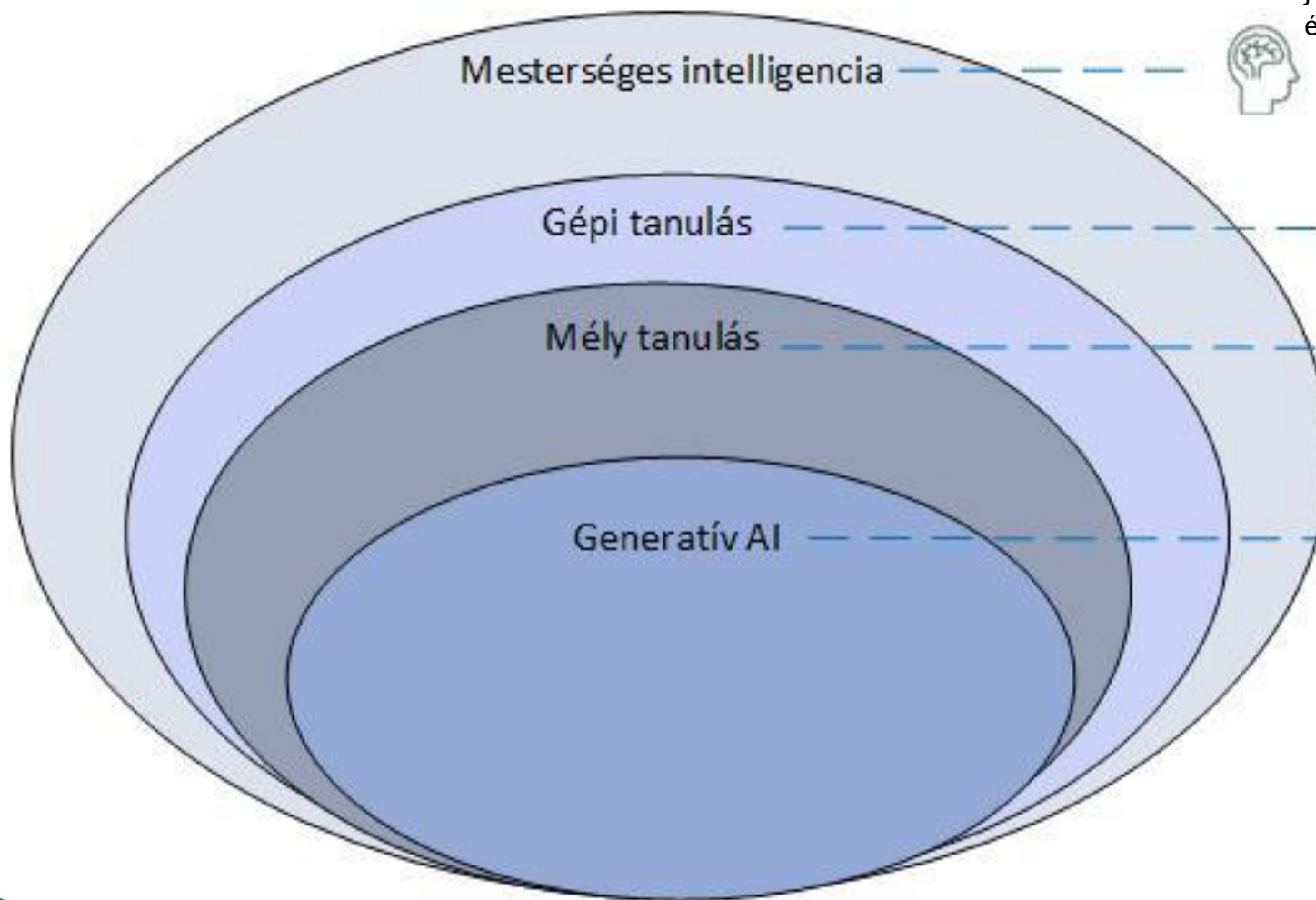
- Új szemléletmód a nagy informatikai gyártóknál (vizuális építőköcek)
- Az üzleti fejlesztéseket egyre inkább a végfelhasználókhoz rendelik (prototípusok, koncepció validálás, fejlesztési irányok kijelölése)
- Az új informatikai eszköztárak használatához mélyebb ismeretekre van szükség
- Új megközelítés: Digitális kiválósági központok kialakítása, kompetencianövelés

## Munkavállalói félelmek, technostressz

- Az új technológiák megjelenése általában együtt jár egyfajta szorongással is
- A technostressz a digitális eszközök használatával járó feszültség, amely betegséget is okozhat
- Kezelése és a megfelelő támogatás biztosítása fontos a szervezeti működés és a munkavállalók jóllétének fenntartása érdekében

# Mi az a Mesterséges Intelligencia (MI)

Lényegében az emberi viselkedést és képességeket utánozó szoftverek fejlesztését jelenti. Egy alkalmazás egy betanított modell köré építve.



Ismert a bemenet és a kimenet, így "tanítunk" egy számítógépes modellt előrejelzések készítésére és az adatokból levont következtetésekre.

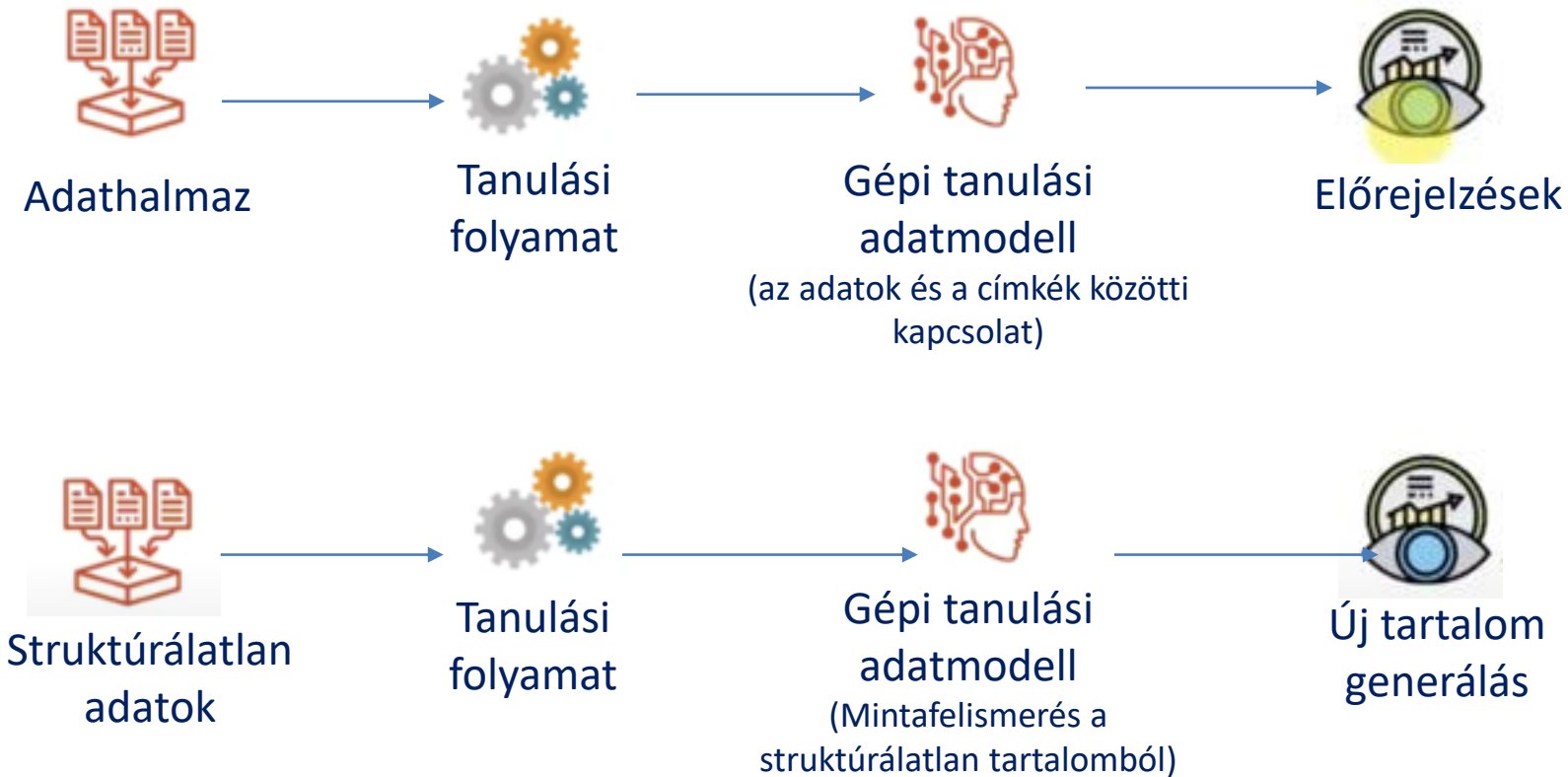


Sokrétgű neurális hálózatokat használ az adatok összetett mintáinak megtanulására

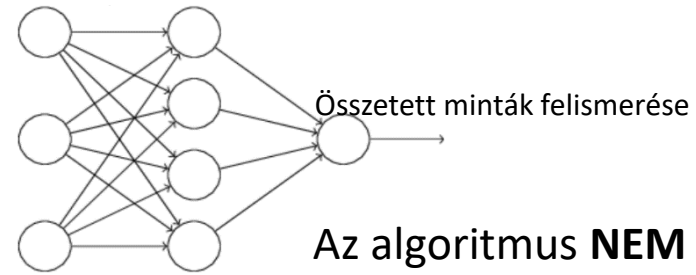


Bemenő információ alapján új tartalmat hoz létre a tudásbázis alapján.

# Gépi tanulás (Machine learning, ML)



# Mély tanulás (Deep learning)



A humán 100 %-ban pontos



Sztracsatella vagy dalmaták?

Az algoritmus **NEM** 100 %-ban pontos



Rántott csirke vagy Labrador?



# Diszkriminatív MI vs. Generatív MI

## Diszkriminatív modell:

Arra a kérdésre keresi a választ, hogy: „Ez egy macska és egy kutya képe?”

## Generatív modell:

Egy olyan bemenetre válaszol, mint pl. „készíts egy képet, amelyen egy kutya macskával szerepel”.



# Az MI felhasználási területei az üzemeltetésben

## Számítógépes látástechnológia

- A szoftvernek a világ vizuálisan, kamerán, videón és képeken keresztül való értelmezésére való képessége. A képelemzéstől az arcfelismerésig és az optikai karakterfelismerésig, a mozgás elemzése, valamint a tartalom felfedezése

## Természetes nyelvi feldolgozás

- A számítógépnek az írott (szöveg) vagy beszélt nyelv értelmezésére, valamint a megfelelő válaszadásra való képessége

## Tudásbányászat

- Az a képesség, hogy nagy mennyiségű, gyakran strukturálatlan adatból nyerjen ki információt kereshető tudástár létrehozásához
- Szövegek feldolgozása, keresése, jogszabály harmonizálás, stb.

## Anomáliadetektálás

- Olyan, gépi tanuláson és fejlett analitikán alapuló módszer, amely az adatok időbeli elemzésével azonosítja a szokatlan változásokat
- Karbantartási tevékenységek automatizálása
- Intelligens üzemeltetési modell

# Számítógépes látástechnológián alapuló járművezetéstámogató rendszerek

Célja a járművezető támogatása a potenciális veszélyhelyzetek felismerésében, csökkentve az ütközéses balesetek számát, illetve súlyosságát



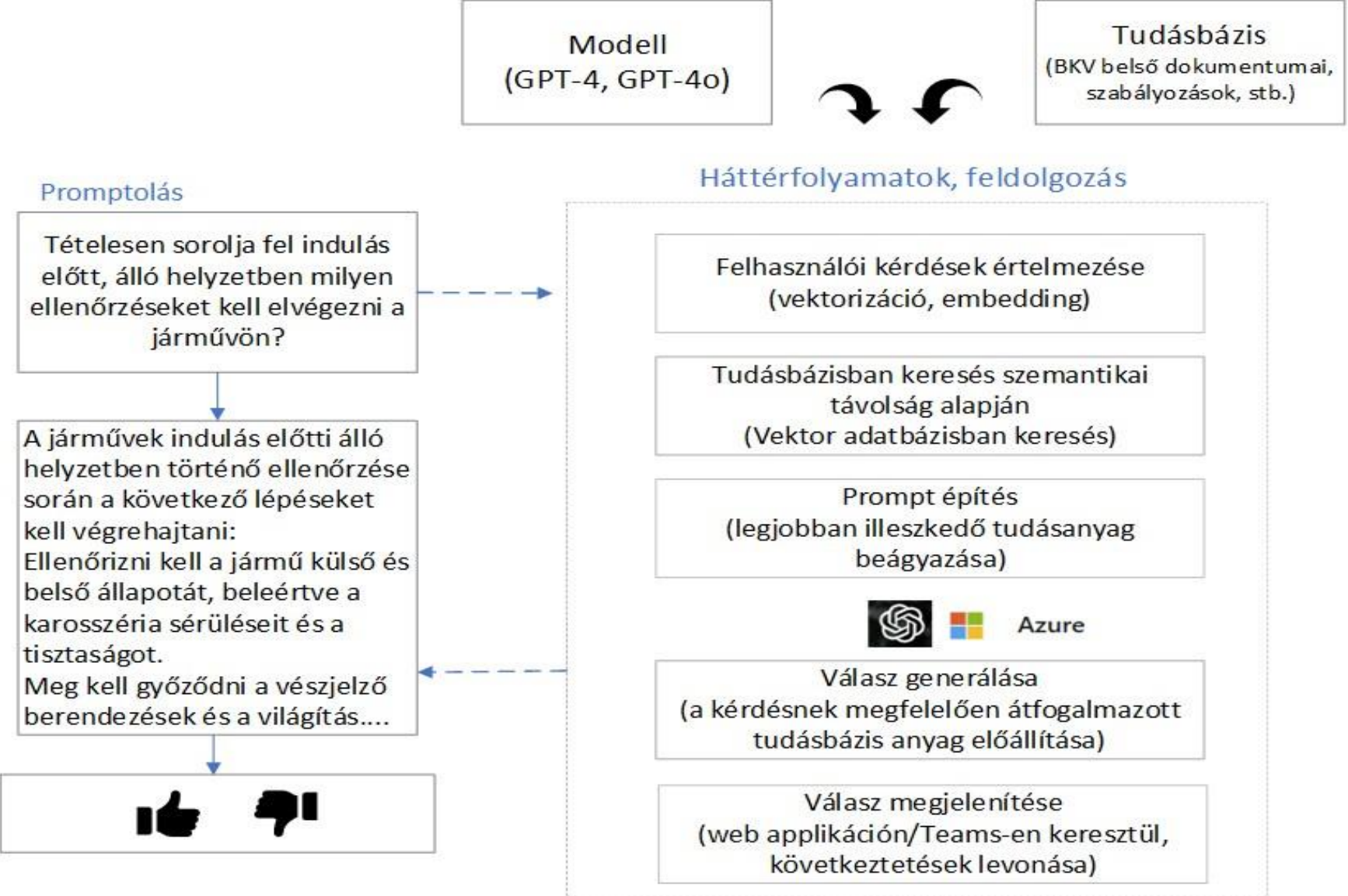
A villamosközlekedésben jellemző baleseti ok az úrszelvénybe nyúló tárgyakra ütközés – **SAJÁT HIBÁS ESEMÉNY**

A keskeny MI alkalmazása esetén nem avatkozik be a jármű vezérlésébe, a veszélyhelyzet felismerése esetén látható és hallható formában figyelmezteti a járművezetőt

A járművezetők munkájának további támogatására a menetrendi információk mellett az infrastruktúra információk továbbítása (Pl. új lassújel kihelyezés, hova menjen a szerelő, melyik vágányon áll meg a szerelvény, stb.)



# Természeti nyelvi feldolgozás (NLP) – a megvalósult modell felépítése



# Tudásbányászat – konkrét gyakorlati tesztelések



**Ciklusrendi karbantartások és javítások a járműveinek biztonságos működtetéséhez**

- A jogszabályi, gyártói és BKV szabályozók, szabványok, a ciklusrendi karbantartásokra és javításokra, azok műszaki technológiájára vonatkozó különböző szintű előírások, utasítások.

**Akadálymentesítési útmutatók, esélyegyenlőséggel kapcsolatos irányelvek, szabályozások**

Magyar és EU-s törvények, rendeletek, Országos Vasúti Szabályzat, a (BKV, BKK) akadálymentesítési útmutatói, esélyegyenlőséggel kapcsolatos oktatási anyagai, infrastruktúra tervezési irányelvei

**F.1-F.2. számú jelzési és forgalmi utasítás**

- A közúti vasutak F.1-F.2. számú jelzési és forgalmi utasításának társasági sajátosságokat tartalmazó kiegészítése
- Általános rendelkezések, járműtípusokra vonatkozó előírások

**Energetikai szakterületet érintő szabályozások változása, feldolgozása**

- Adathalmaz feldolgozása, energiagazdálkodási tevékenység és az integrált irányítási rendszer energetikai szempontú működtetése
- Törvényi változások követése (Magyar Közlöny, Jogtár)

# Tudásbányászat: További potenciális felhasználási területek

BKV belső dokumentumaiban tudástár létrehozása

- Chat élmény kiaknázása a dokumentumok intelligens lekérdezésének lehetőségével

Szerződéstár dokumentumokon alapuló tudástár kialakítása

Számlakép felismerés, automatizálás

Bírósági per iratanyagok feldolgozása, választervezet készítése

Beszerezési előterjesztések készítéséhez támogatás

Lakossági panaszok rendszerezése és válaszok előkészítése

Jogszabályi háttér, illetve azok változásainak szakterület-specifikus áttekintése

EU-s szabályozások, illetve azok változásainak szakterület-specifikus áttekintése

Külföldi szakmai információk összegyűjtése, elemzése.

Benchmarking: képzési folyamatba építve

# Irodai, személyes munkavégzés támogatása – Próbaüzemben a Copilot for M365

Az M365 Copilot egy dobozos, mesterséges intelligencia alapú írássegítő fejlesztőeszköz

- Beépül az irodai alkalmazásokba, mint a Word, Teams, Excel, PowerPoint, stb.
- Új tartalmakat generál a rendelkezésre álló belső forrásokból
- Dobozos termék, nem lehet finomhangolni

A Copilot képes szöveget generálni és összefoglalni, képeket alkotni, és intelligens kereséseket végrehajtani

- A nagy nyelvi modelleket kapcsolja össze a Microsoft 365 irodai alkalmazásokkal és az üzleti felhasználású adathalmazokkal
- Az adatok nagy biztonságban vannak

A copilot az egyéni, személyes munkavégzés támogatására szolgál

- Csak a felhasználó számára elérhető anyagokból dolgozik
- Összeköti az office alkalmazásokat és az MI-t használja a munka támogatására

# Anomália detektálás – gyakorlati példa a sebességjeladó vizsgálatára

A motor fordulatszám jeladó elveszíti a jelet

- A hajtásvezérlő inverter - rossz bemenő jel
- Hibás motor paraméter, a villamos nagyot ránt, hiba gyanú az egyik keréken

Villamosból származó sebességjeladó szenzoradatok feldolgozása

- Adatrögzítés
- Adattisztítás
- Adatok megértése és előkészítése (eltérő értékek azonosítása)

Algoritmus kiválasztása

- Modell betanítása
- Validálás
- Tesztelés

Modell alkalmazása

- Következtetések levonása
- Hibás alkatrész cseré/javítás



U_C1_FRONT_R_Wheel_Speed(Unsigned16)	U_M3_REAR_L_Wheel_Speed(Unsigned16)	U_C1_FRONT_L_Wheel_Speed(Unsigned16)	U_M3_REAR_R_Wheel_Speed(Unsigned16)	U_C2_REAR_R_Wheel_Speed(Unsigned16)	U_C2_REAR_L_Wheel_Speed(Unsigned16)	U_C1_REAR_R_Wheel_Speed(Unsigned16)	U_C1_REAR_L_Wheel_Speed(Unsigned16)	U_K_R2_SpW4(Unsigned16)	U_K_R2_SpW3(Unsigned16)	U_K_R2_SpW2(Unsigned16)	U_K_R1_SpW4(Unsigned16)	U_K_R1_SpW3(Unsigned16)	U_K_R1_SpW2(Unsigned16)	U_K_R1_SpW1(Unsigned16)
2355	267	2353	276	2348	2348	2357	2361	2274	2257	2271	2260	2287	2295	2293
1755	1559	1751	1548	1665	1753	1752	1563	1855	1857	1854	1854	1850	1851	1848
1687	1285	1452	1682	1447	1682	1678	1246	1792	1797	1790	1780	1790	1786	1789
1646	1481	1294	1650	1306	1646	1640	1296	1731	1734	1733	1717	1727	1727	1728
1609	1615	1108	1611	1112	1609	1591	1629	1677	1674	1674	1663	1727	1727	1728
1578	1578	1287	1560	1272	1569	1561	1573	1677	1674	1674	1663	1672	1667	1672
2715	2996	2709	2705	2703	2707	2707	2701	2610	2609	2606	2606	2625	2640	2597
2745	3029	2751	2746	2757	2753	2749	2755	2683	2679	2678	2679	2698	2712	2697
4177	4172	4181	3390	4177	4177	4172	4147	4167	4140	4160	4121	4188	4182	4189
4935	4955	4887	4272	4941	4955	4941	4955	5069	5068	5063	5063	5125	5134	5120
3308	3022	3259	3348	3323	3327	3323	3292	3456	3454	3452	3455	3449	3453	3449
3262	3244	3233	3292	3181	3262	3239	3230	3290	3259	3195	3456	3454	3452	3449





# Anomália detektálás – gyakorlati példa karbantartási folyamatok automatizálására

## Karbantartási folyamatok

- Jelenleg a tervezett karbantartási feladatok elvégzése mellett történő adatmentés
- Az adatok levétele a járművekről jelentős humán erőforrást igénylő feladat

## Járművek szenzoradatainak automatizált feldolgozása

- Adatok kiértékelése akár valós időben
- Alkatrész meghibásodás esetén távolról, célzottan azonnal lehetne küldeni a javítást végző munkatársat

## Új szemléletű karbantartási modell

- Meghibásodás előrejelzése, riasztások küldése, stb. gépi tanulási algoritmusok alapján
- Prognosztikai karbantartás-menedzsment megközelítés egyes részfeladatokra

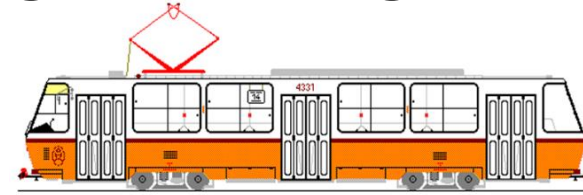
## Intelligens döntéstámogatás, optimalizálás

- Munkafolyamatok adaptálása



Állapotfüggő  
cserék

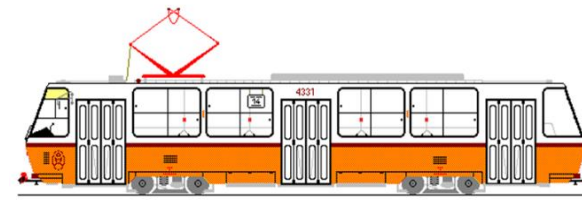
# Adminisztráció csökkentése - Hatékonyságnövelés digitalizációval, gyakorlati példa



## Karbantartási munkalapok automatizálása

- Munkautasítások: a kocsiszínen belüli tervezett karbantartási munkákhoz milyen munkafolyamatok tartoznak
- Napi több száz csoportos vagy egy kocsis munkalap kerül kiállításra, nyomtatásra telephelyenként
- Cél lenne az adminisztrációs terhek könnyítése, idő- és erőforrás-megtakarítás
- Mobil eszközön futó applikációval lehet bizonylatolni az elvégzett tevékenységet, ami jelenleg papír alapú.

# Karbantartás applikáció



Munkacsomag  
kiadása



Mobil eszközön  
történő  
nyugtázás



Feladat  
lezárása



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
15	2. 10	<b>Rögzítőfék működtető rudazat</b> Ellenőrzés (működéspróba)								E3
16	2. 11	<b>Fékmágnés burkolat</b> Szemrevételezéses ellenőrzés, szükség esetén csere.								E2
17	2. 12	<b>Rugóerőtároló fékszerkezet</b> Fékbetét beállítás, körkörös felfekvésének ellenőrzése, - talp hézagoló lemezek behelyezésével illetve a kilincsmű állító csavarjai segítségével, betétenként- fékbetét csere állapotfelmérés alapján.								E3
18	2. 13	<b>Motor szívóharmonika</b> Szemrevételezéses ellenőrzés.								E2
19	2. 14	<b>Sárvédő</b> Beállítás.								E3

A(z) 32 munkalapszámú és E2 karbantartási ciklusú munkalap kitöltése / módosítása

Pályaszám:	Nr.	Munkautasítás	Ellenőrzve	Javítva	Forgalom éptelen	Megjegyzés
4008	2. 17	Sínfektörzsek Ellenőrzés működéspróbaival.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	3. 1	Homlok és B végi oldalablakok Szemrevételezéses vizsgálat.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	3. 2	Oldalablakok és vezetőállás oldalablakok Szemrevételezéses vizsgálat.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	3. 3_1	Utastájéktól és ajtóablakok Szemrevételezéses vizsgálat.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	3. 3_1	Utastájéktól és ajtóablakok Működéspróba ajtónként. Az összes ajtó egyidejű zárásának ellenőrzése.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Amennyiben a munkalap minden sora kitöltésre került, az ellenőrzés gombra kattintva  
aktívává válik a 'Munkalap lezárható' gomb és a munkalap lezárható!

Ellenőrzés Munkalap lezárás



# Javasolt bevezetési területek az üzemeltetéshez kapcsolódóan

1

## Tudásbázison chat élmény

- ISO IIR-nek megfelelő minősítés
- A BKV belső dokumentumaiban MI chatbot kialakítása

2


## Üzemeltetési hatékonyság növelése

- Adminisztráció csökkentése, javul az adatok pontossága
- Robotizált folyamatautomatizáció
- Digitalizációs megoldások
- Mobil alkalmazások kiterjesztése
- Döntés előkészítés támogatása gépi tanulási algoritmusokkal

3

## Távlati célok: Üzemeltetés automatizáció

- Egyes területeken prognosztikai karbantartásmenedzsment bevezetése
- MI széleskörű alkalmazása
- Új szemléletű karbantartás, teljes élettartamra kiterjedő intelligens modell, automatizált döntéstámogatás

The image features a minimalist abstract design. On the left, a thick orange line forms a U-shape. A vertical orange line intersects it. To the right of this intersection, a red line forms a horizontal bar that crosses the vertical orange line. A small dark blue circle is positioned at the intersection of the horizontal red line and the vertical orange line. Further to the right, another red line forms a vertical bar that curves at the top and bottom. A small dark blue circle is located on this vertical red line. At the bottom right, a large light green circle overlaps the bottom curve of the vertical red line. The background is plain white.

Köszönjük a  
figyelmet!