

***A munkaképesség felmérése és fejlesztése  
munkaszimulátor segítségével, a beválás  
előrejelzése mesterséges intelligencia  
segítségével***

Izsó Lajos, az MTA doktora, a BME prof. emeritusa  
a CIVIL ZRT. projektvezetője  
([izso.lajos@gtk.bme.hu](mailto:izso.lajos@gtk.bme.hu))

***Foglalkozásegészségügyi Fórum***  
**2022. szeptember 14.**

# Az előadás vázlatja

- Szimuláció, szimulátor, munkaszimulátor
- Az előrejelző változók (*prediktorok*) és a beválási *kritériumok* kapcsolata
- Az **ErgoScope** munkaszimulátor mint diagnosztikus eszköz
- A munkahelyi beválás előrejelzése az **ATOM** (Alkalmasság Tesztelési/Osztályozási Modul) programcsomag segítségével

# ***Szimuláció, szimulátor, munkaszimulátor***



A ***szimuláció*** valamely helyzet, környezet, eljárás vagy folyamat utánzása, imitálása.

A ***szimulátor*** a szimuláció megvalósítására alkalmas céleszköz. A szimulátoroknak általában van hardver és/vagy szoftver komponense.

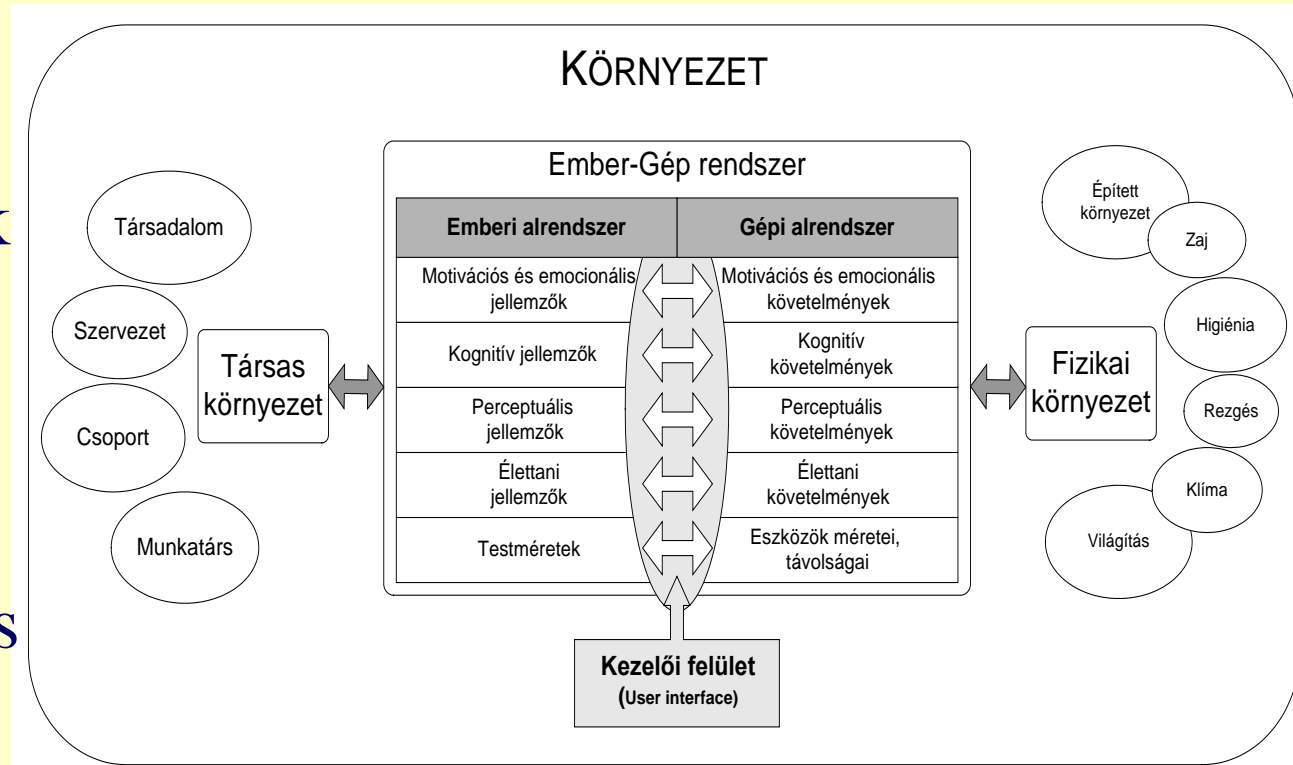
Igen sokféle típusú szimuláció és szimulátor létezik, amelyek mind valamilyen ***modellen*** alapulnak.

A modell meghatározza a ***szimulálandó jellemzőket***.

# Szimuláció, szimulátor, munkaszimulátor

A munkaszimulátor modellje az **Ember-Gép-Környezet** rendszer, amelynek van egy emberi és egy gépi alrendszere, valamint egy fizikai és egy társas környezete.

## Ember-Gép-Környezet rendszer



A **munkaszimulátor** egy intelligens célberendezés, amellyel egy valódi, „hús-vér” ember realiztikus kölcsönhatásba (interakcióba) kerül.

# *Szimuláció, szimulátor, munkaszimulátor*

## Baltimore Therapeutic Equipment (BTE)

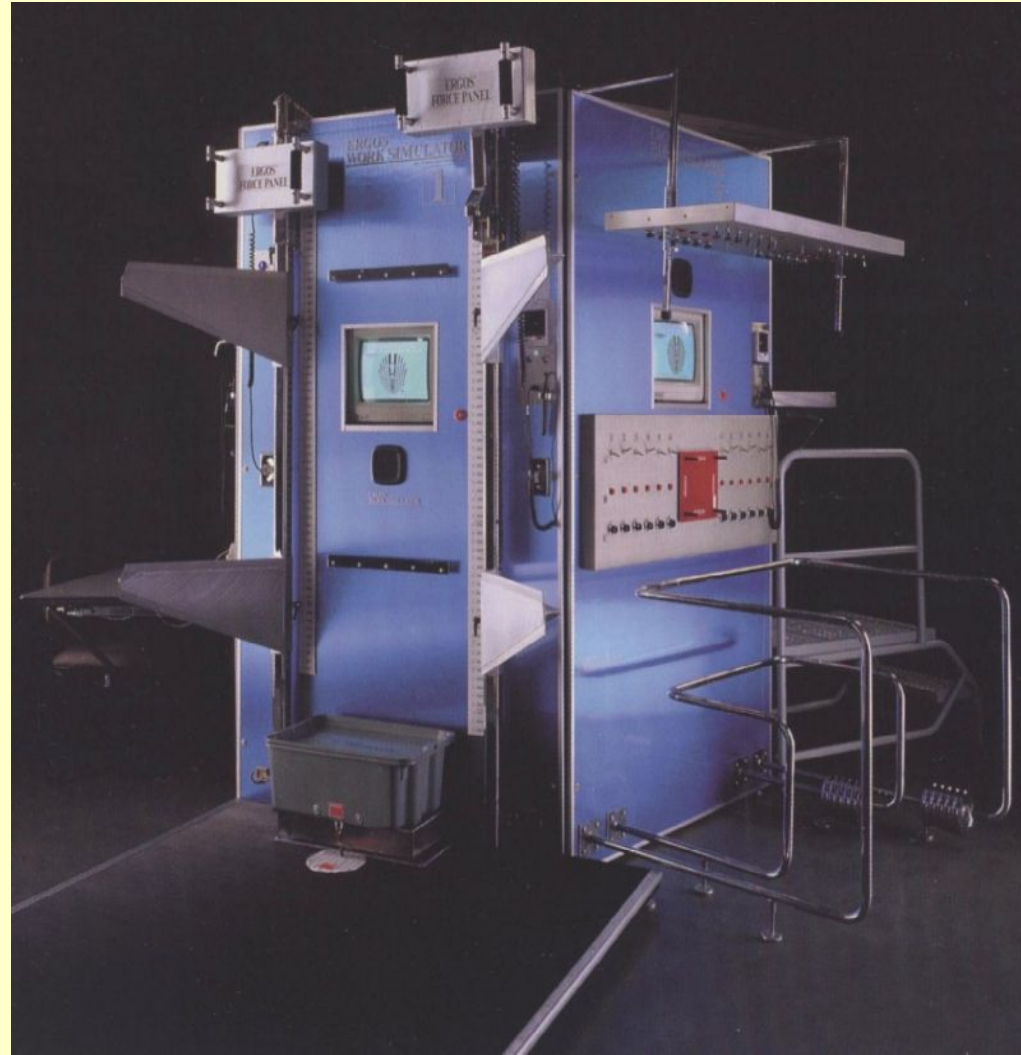
Példa: az amerikai gyártású **BTE**, amely karral és kézzel végzett fizikai munkaműveletek nagy pontosságú szimulálására alkalmas. Ez egy informatikával és finommechanikával erősen megtámogatott, korszerű, igen kifinomult és nagy valóságűségű munkaszimulátor.



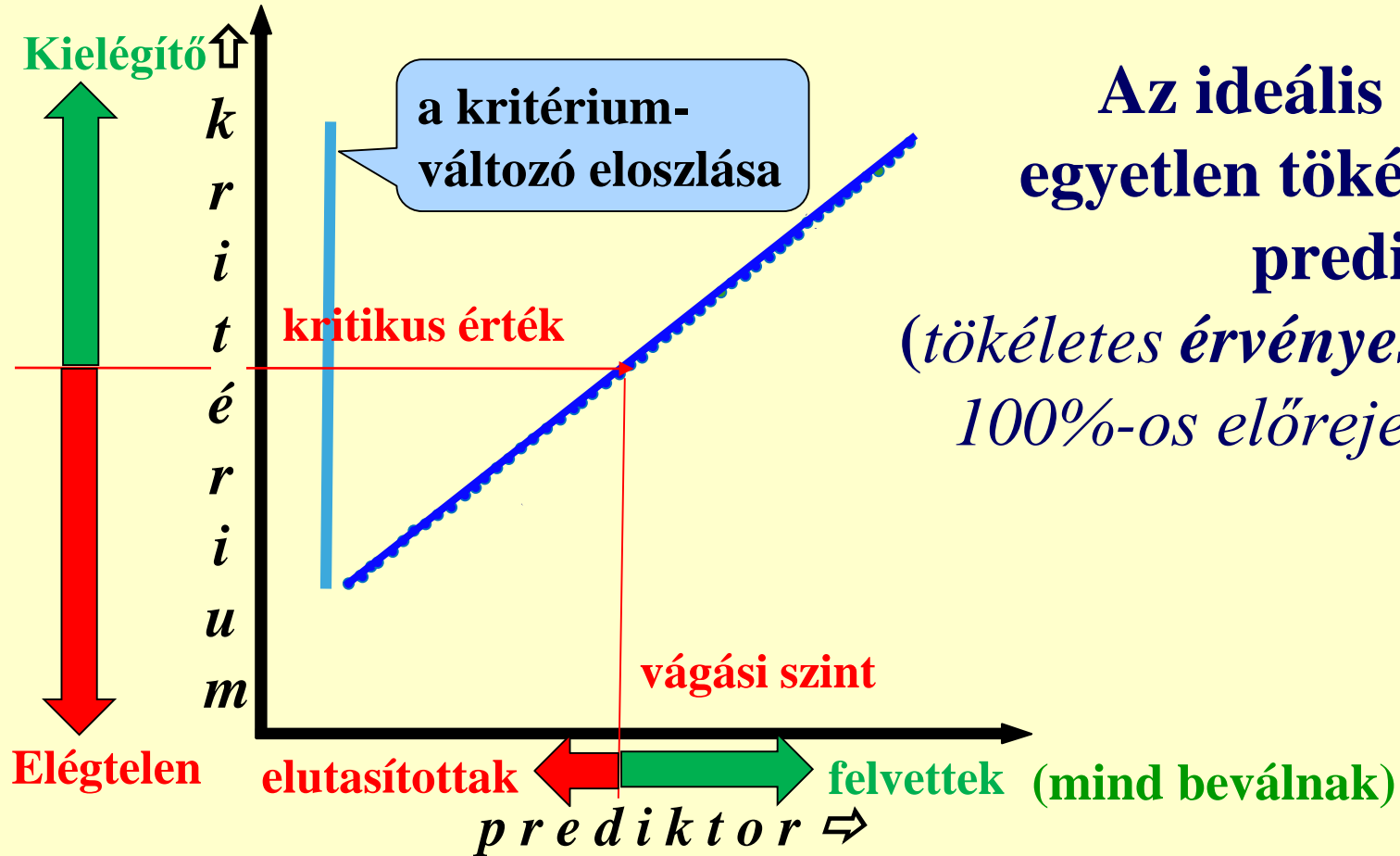
# A munkaszimulátorok

## ERGOS

Egy másik példa: az amerikai-holland gyártású **ERGOS** általános célú munkaszimulátor, amely statikus és dinamikus erő kifejtést, egész testes mozgást igénylő, valamint különböző ülő és álló munkaműveletek szimulálására alkalmas.



# A prediktorok és a beválási kritériumok

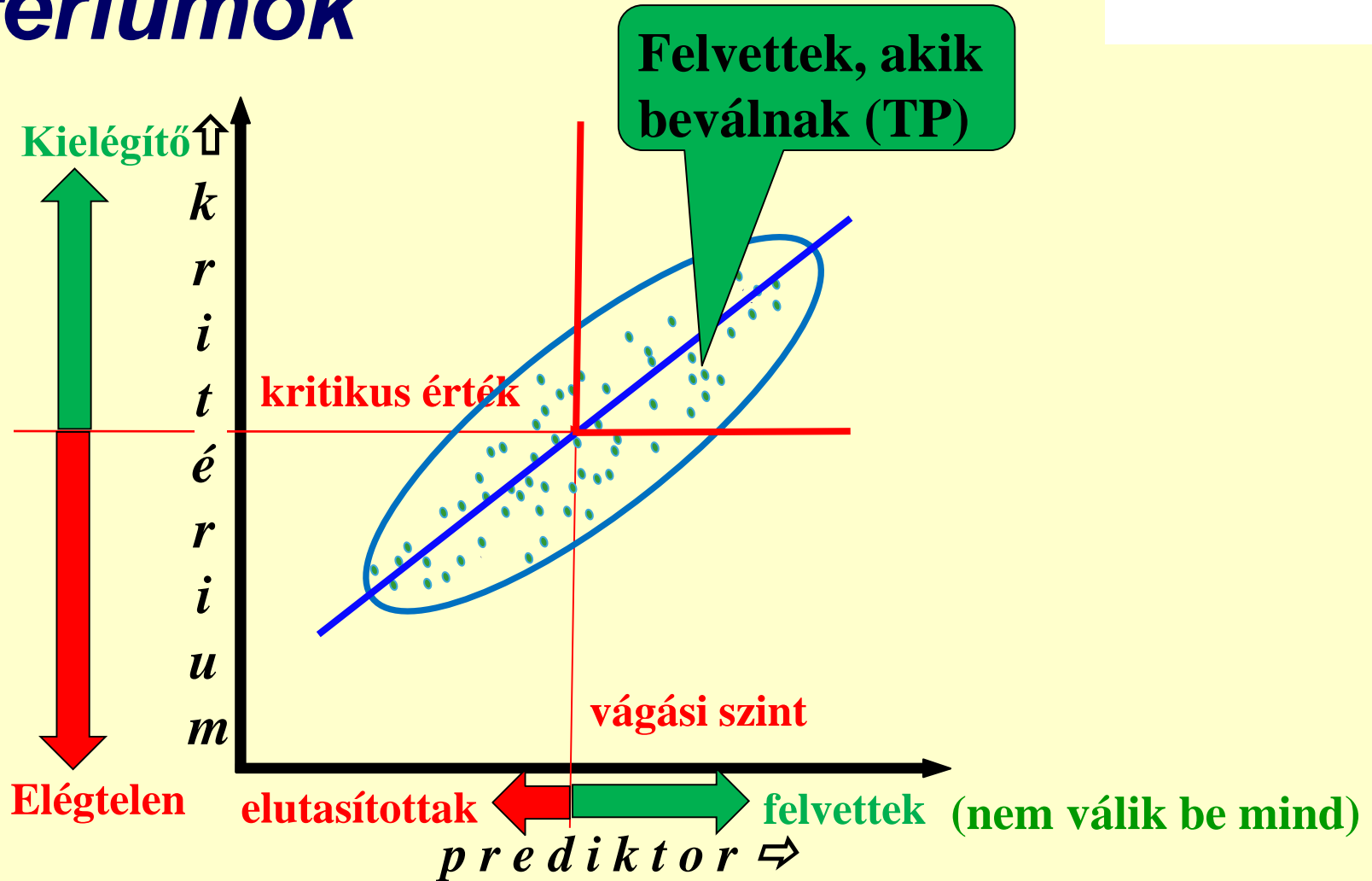


# A prediktorok és a beválási kritériumok

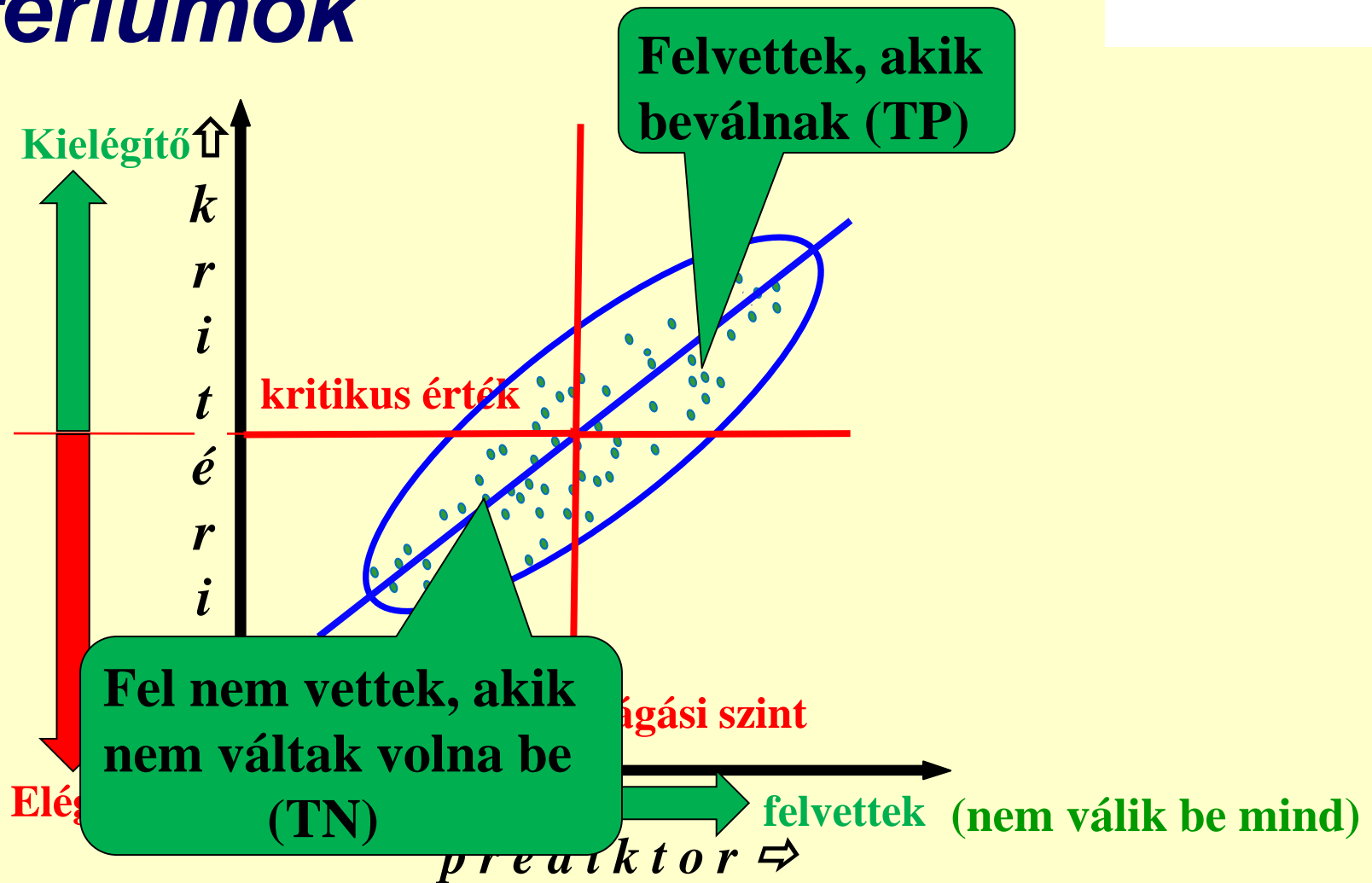




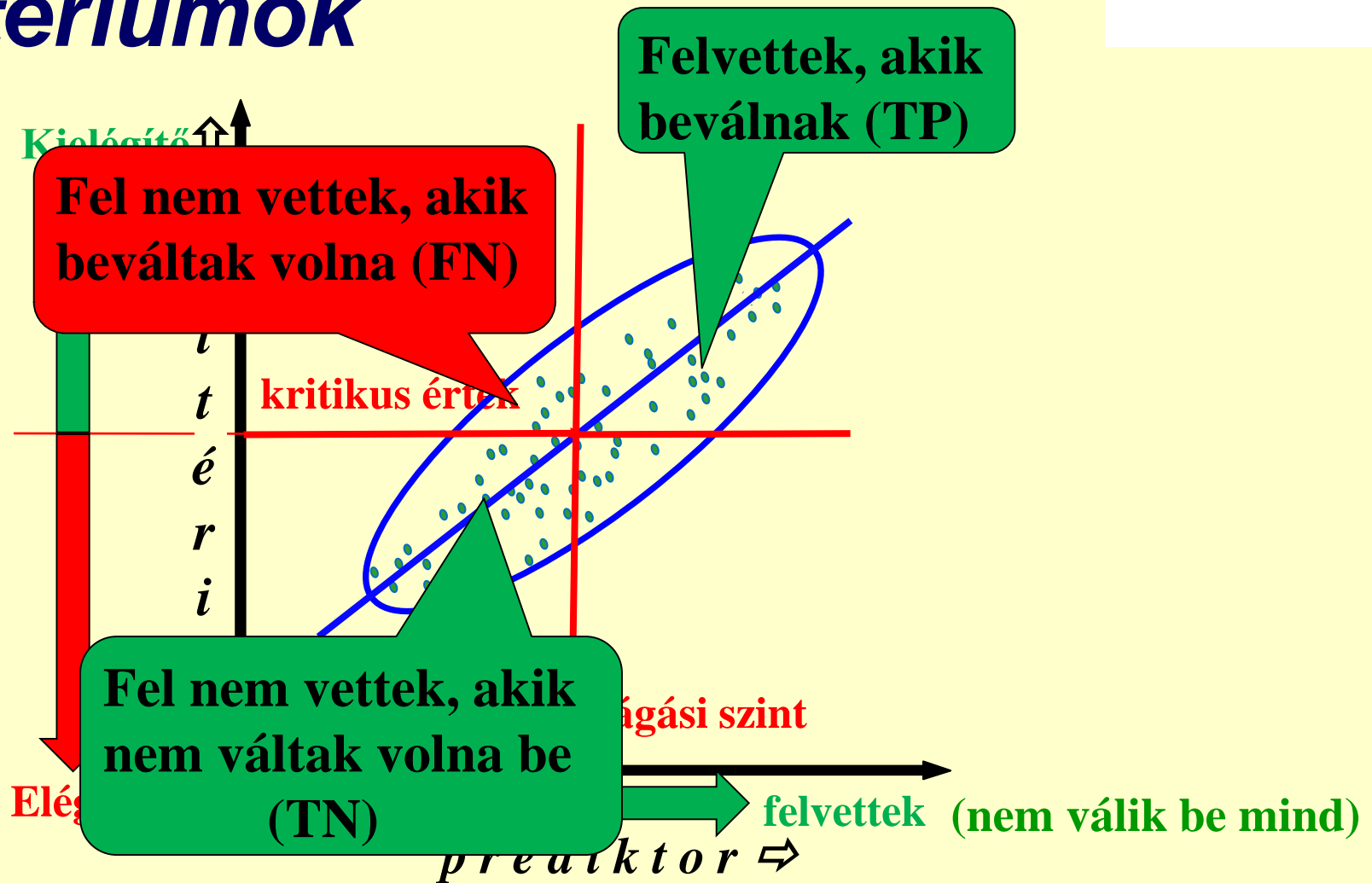
# A prediktorok és a beválási kritériumok



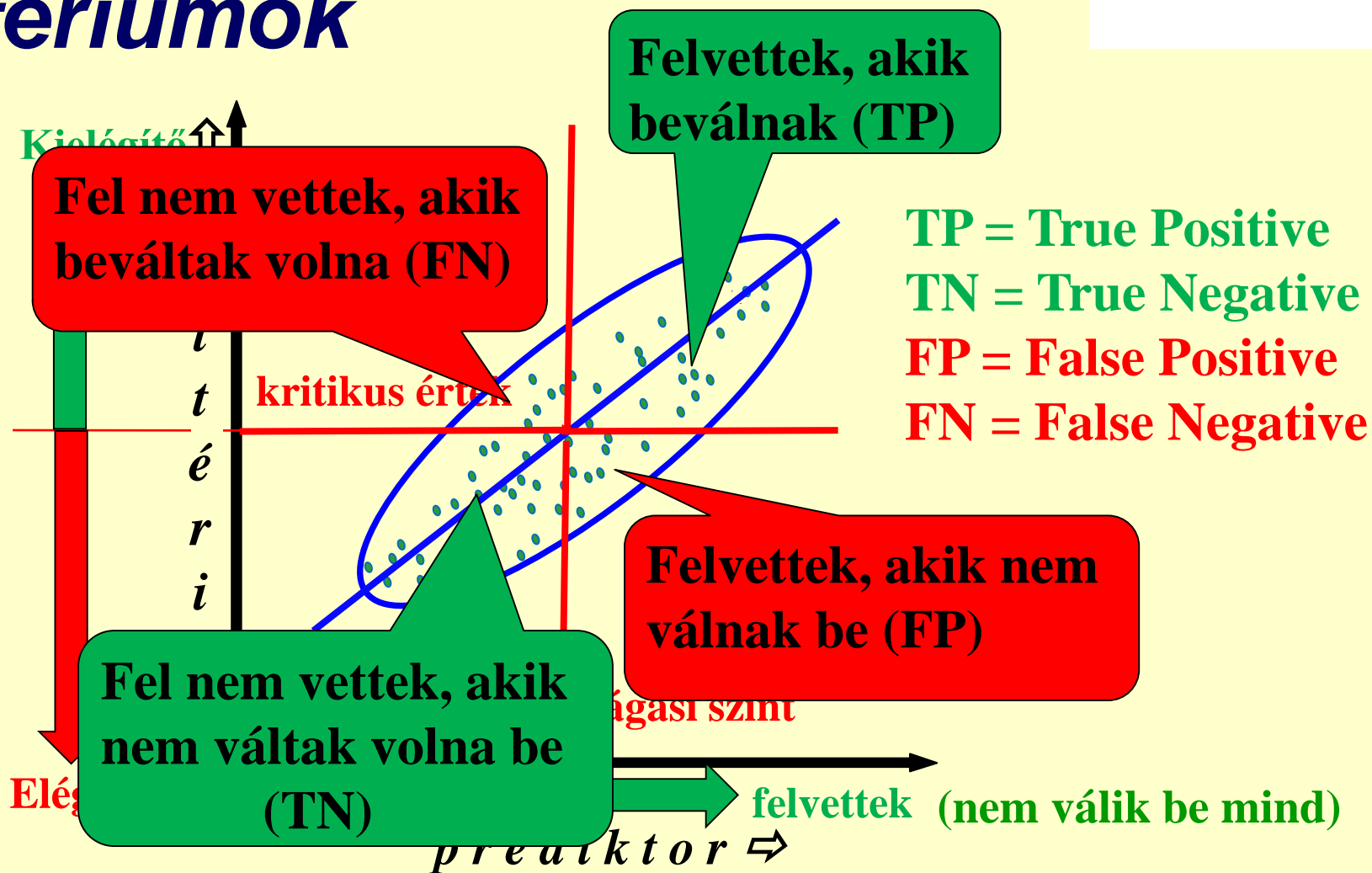
# A prediktorok és a beválási kritériumok



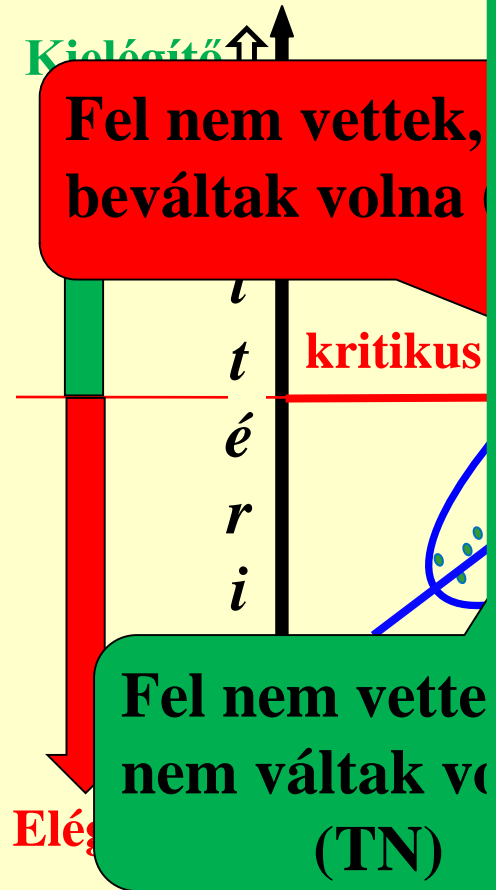
# A prediktorok és a beválási kritériumok



# A prediktorok és a beválási kritériumok



## kritériumok



Ez az animáció csupán két dimenzióban szemléltette egyetlen prediktor és egyetlen kritérium-változó kapcsolatát.

A valóságban azonban gyakorlatilag mindig nagy számú prediktort és egynél több kritérium-változót kell alkalmaznunk.

Ilyen esetekre fejlesztettük ki a CIVIL ZRT-nél a mesterséges intelligencián alapuló **ATOM** beválás-előrejelző rendszerünket, amelyet a később röviden ismertetünk.

A mai korszerű munkaszimulátorok sorába illik az ERGOS-hoz hasonló nevű és részben hasonló rendeltetésű **ErgoScope** magyar fejlesztésű, általános célú munkaszimulátor, amellyel a továbbiakban részletesebben foglalkozunk.

## ErgoScope



Az ErgoScope szakszerű alkalmazásával egyfelől megelőzhetők az MSD (*Musculoskeletal Disorder*) különböző formái, másfelől a téves/pontatlan végtag- és egésztest-mozgásból vagy nem megfelelő erő kifejtésből adódó munkabalesetek is.

## ErgoScope



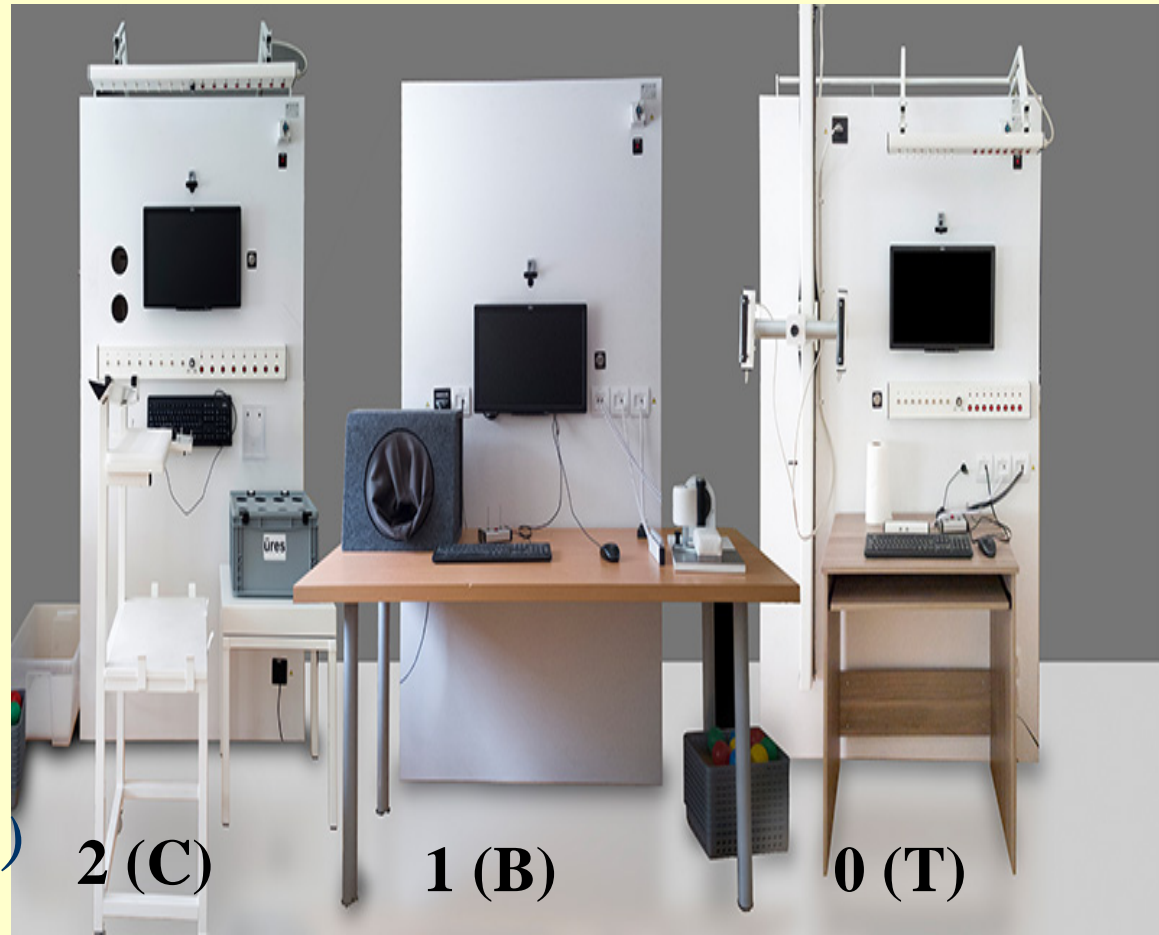
Az ErgoScope a következő három panelből áll:

**0 (T) panel:**  
*Statikus és dinamikus erőmérések*

**1 (B) panel:**  
*Ülve végzett munkák vizsgálata*

**2 (C) panel:**  
*Munkabírás és monotónia-tűrés vizsgálata (álló helyzetben)*

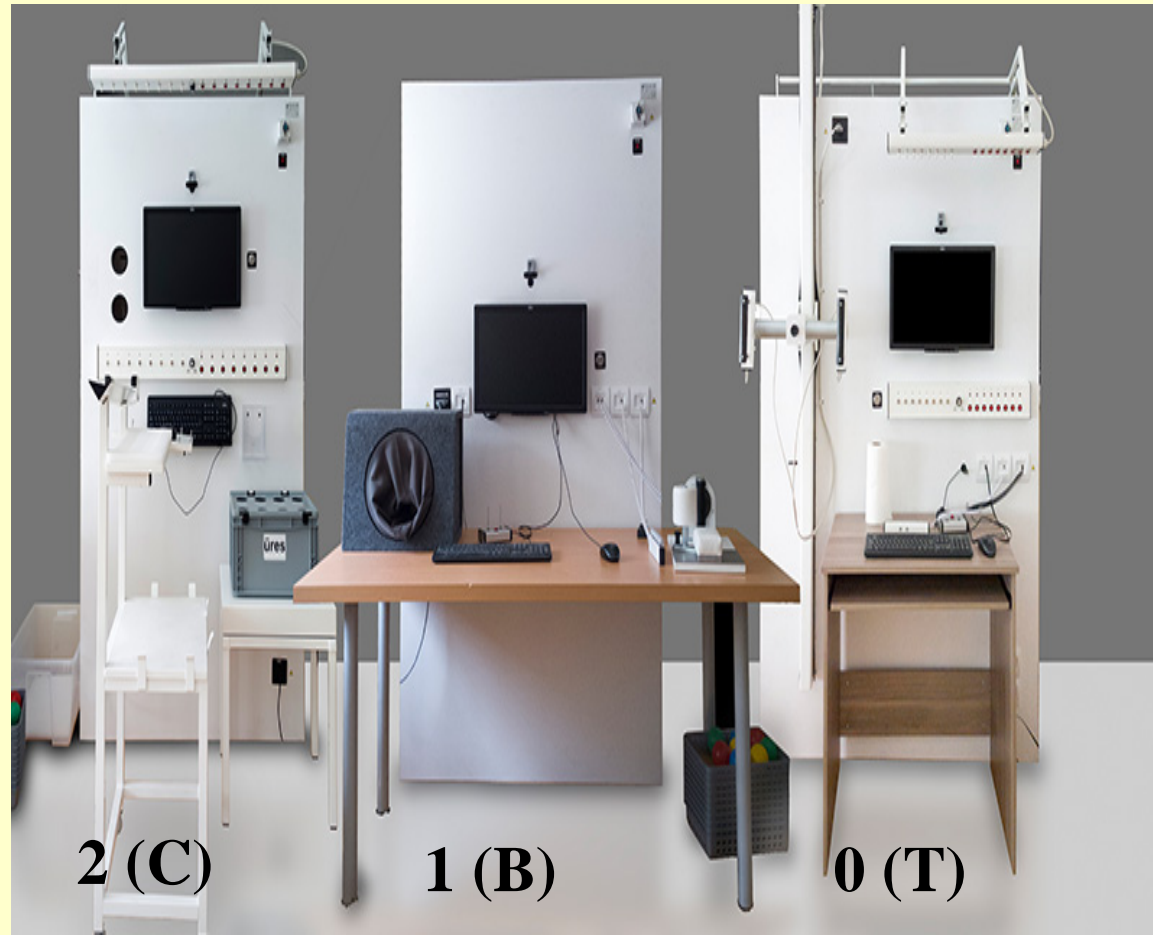
## ErgoScope





Ezen a három panelen  
36 mérési módban  
(elemi szimulált  
munkaszituációban)  
összesen 215 konkrét  
objektív teljesítmény-  
paraméter mérhető.

## ErgoScope



Az ErgoScope egyes panelein mérhető főbb teljesítmény-paraméterek:

**0 (T) panel: *Statikus és dinamikus erőmérések***

statikus húzás/nyomás vízszintesen/függőlegesen  
dinamikus emelés székmagasságra/polcmagasságra

**1 (B) panel: *Ülve végzett munkák vizsgálata***

marokszorítás, kulcsfogás, 3 pontos fogás,  
csukló nyújtás/hajlítás/pronatio/supinatio, tapintás,  
billentyűzet-kezelés, „ceruza-használat”

**2 (C) panel: *Munkabírás és monotónia-tűrés vizsgálata***

forgatás, kapcsolók/nyomógombok használata (szemből és fej felett), monotonitás-tűrés, munkabírás

Ebben a kontextusban a munkahelyi beválást – megfelelő számszerűsítéssel – úgy definiáljuk, mint vázizom-megbetegedésektől (MSD) és foglalkozási balesetektől való tartós mentességet.

Az **ErgoScope** segítségével mért paraméterek akkor alkalmazhatók a beválást előrejelző prediktorokként, ha

- (1) foglalkozás-egészségügyi szakorvosi vagy/és munkapszichológiai tapasztalatok alapján azok az adott munkakörre relevánsnak ítéelhetők, és
- (2) azokra megfelelő referencia-adatbázissal rendelkezünk (ez az adatbázis már részben adott, de a bővítése szükséges).

- Az **ErgoScope** első példányainak 2016-ban történt üzembe helyezése óta számos kapcsolódó projektben vettünk részt. Ezen idő alatt egyfelől jelentős alkalmazási-módszertani tapasztalatokat szereztünk, másfelől a nemzetközi szakirodalomban tájékozódunk a munkaszimulátorok alkalmazásának aktuális elméleti kérdéseivel kapcsolatban is.
- Nagyon ígéretesnek látjuk az **ErgoScope** segítségével mért paraméterek alkalmazását az általunk kifejlesztett **ATOM** (Alkalmasság Tesztelési/Osztályozási Modul) mesterséges intelligencián (MI) alapuló beválás-előrejelző rendszerünk bemeneti változóiként, ezért erre a prezentáció végén kitérünk.

Egy-egy lehetséges foglalkozás-egészségügyi alkalmasságvizsgálati példa a három panelen mérhető paraméterekre, mint prediktorokra

**0 (T) panel: *Statikus és dinamikus erőmérések***

**Rakodómunkás (FEOR 9223):** anyagkiadó/anyagmozgató, etc.  
dinamikus emelés székmagasságra/polcmagasságra

**1 (B) panel: *Ülve végzett munkák vizsgálata***

**Bolti pénztáros (FEOR 5117):** billentyűzet-kezelés, csukló nyújtás/hajlítás/pronatio/supinatio

**2 (C) panel: *Munkabírás és monotónia-tűrés vizsgálata***

**Szalagmunkás, összeszerelő szerelőszalagon (FEOR 8211):** forgatás, kapcsolók/nyomógombok használata (szemből és fej felett), munkabírás (összetett feladatsor: ládamozgatás, etc.)

# ***A munkahelyi beválás előrejelzése az ATOM programcsomag segítségével***

Az **ATOM** (Alkalmasság Tesztelési/Osztályozási Modul) egy MI-alapú beválás-előrejelző rendszer, amely akkor alkalmazható, ha a vizsgált munkakörben már valamilyen szinten bevált és be-nem-vált legalább 100 dolgozóról rendelkezésre állnak a célszerűen kiválasztott prediktorok. Ekkor a tanuló algoritmusok (*machine learning*) „megtanulják” a prediktorok és a beválási kritériumok közötti kapcsolatokat és az így létrejött modell alapján az ATOM ismert nagy valószínűséggel képes az adott munkakörre újonnan jelentkezők (várható) beválását pusztán a prediktorok értékei alapján előrejelezni.

# ***A munkahelyi beválás előrejelzése az ATOM programcsomag segítségével***

**Egy újabb lehetséges foglalkozás-egészségügyi példa az  
ATOM alkalmazására**

**Pultfeltöltő, árufeltöltő (FEOR 9224):**

A polcok és rakodóterületek feltöltését és az áruk tisztán és  
rendben tartását végzi élelmiszer-áruházakban és egyéb  
üzletekben, illetve nagykereskedelmi egységekben.

**Releváns ErgoScope teljesítmény-paraméterek:**

**0 (T) panel:** statikus húzás/nyomás vízszintesen/függőlegesen  
dinamikus emelés székmagasságra/polcmagasságra

**2 (C) panel:** munkabírás (összetett feladatsor: ládamozgatás,  
golyóválogatás, golyógurítás), monotonitás (összetett  
feladatsor: tálcamozgatás, golyóválogatás, golyógurítás)

# ***A munkahelyi beválás előrejelzése az ATOM programcsomag segítségével***

**Pultfeltöltő, árufeltöltő (FEOR 9224) (folytatás):**

Tegyük fel, hogy rendelkezésre állnak ebben a munkakörben már bevált 100 és 40 be-nem-vált dolgozóról az előbbieken megadott ErgoScope teljesítmény-paraméterek (mint prediktorok).

Tegyük fel, hogy rendelkezésre áll továbbá ugyanezen személyekre a tényleges beválásuk mértéke valamilyen alkalmas skálán.

Ezeket az adatokat az ATOM-ba betáplálva a tanuló algoritmusok „megtanulják” a prediktorok és az adott skálán megadott beválás – azaz a tartós MSD- és balesetmentesség – közötti kapcsolatokat.



# ***A munkahelyi beválás előrejelzése az ATOM programcsomag segítségével***

**Pultfeltöltő, árufeltöltő (FEOR 9224) (folytatás):**

Ha ezek után új dolgozókat akarnak felvenni erre a munkakörre, akkor meg kell mérni ezen jelentkezők ugyanazon ErgoScope teljesítmény-paramétereit, amelyek alapján az előbbieken a modellt felépítettük.

**Megjegyzés:** Mivel a beválást az üzemorvosi alapon azonosított – és az ErgoScope segítségével mérhető – fizikai (motoros és erő kifejtéssel kapcsolatos) készségek / képességek mellett bizonyos pszichés jellemzők is meghatározzák, a valóságban megfelelő pszichológiai tesztek eredményeit is alkalmazni kell prediktorokként (ezekkel azonban ehelyütt nem foglalkozunk).

# ***A munkahelyi beválás előrejelzése az ATOM programcsomag segítségével***

**Pultfeltöltő, árufeltöltő (FEOR 9224) (folytatás):**

Az újonnan jelentkezők prediktorait (megfelelő ErgoScope teljesítmény-paramétereit) az ATOM-ba betáplálva megkapjuk, hogy ezen személyek milyen valószínűséggel kerülnek az alkalmazott beválási skála egyes kategóriáiba.

Az ATOM eredményeinek alkalmazása alapvetően függ a munkaerő kereslet és kínálat aktuális helyzetétől.

Amikor a munkaerőből túlkínálat van, a jelentkezőket a csökkenő “várható beválási valószínűség” szerint kell rendezni és annál a létszámnál kell elvágni, ahány dolgozót fel kívánunk venni.

Ha azonban a cég mégis arra kényszerül, hogy az ATOM által ellenjavalt jelentkezőkből is felvegyen, akkor a jelentkezőket a növekvő “várható beválási valószínűség” szerint kell rendezni és az ezen a listán viszonylag lejjebb található közűl hagyományos HR módszerek (állásinterjú mutatott összbenyomás, előző munkahelyeken nyújtott teljesítmény etc.) alapján az ATOM-ból kapott eredményt felülbíráhatja. Ennek természetesen kockázata van...

A tapasztalat ugyanis az, hogy ezek a személyek többnyire csak költséget okoznak és végül vagy maguktól kilépnek vagy el kell őket bocsátani, etc.

***KÖSZÖNÖM  
MEGTISZTELŐ  
FIGYELMÜKET!***