

SZTAKI



EPIC
InnoLabs

MIRE KÉPES EGY TERMELÉSÜTEMEZŐ SZOFTVER?

Horváth Markó – HU-MATHS-IN Challenge Day

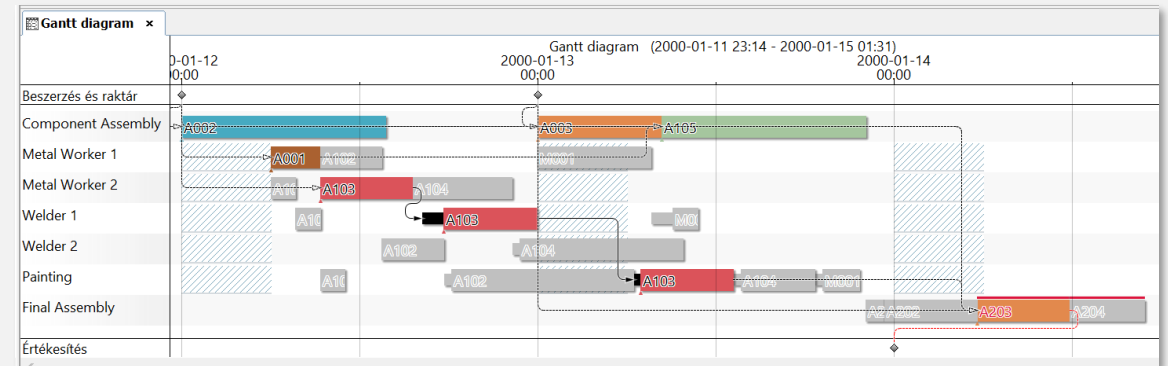
2021.03.04.



BEVEZETÉS

MI AZ A TERMELÉSÜTEMEZŐ SZOFTVER?

- Termelési ütemterv előállítására kifejlesztett szoftver
- Részletes tervet ad, hogy a gyártási rendelések műveleteit
 - **melyik erőforráson** (gép, munkaállomás, ...),
 - **melyik időpontban**,
 - milyen sorozatnagyságban kell elindítani.
- Különböző feltételek figyelembevételével:
 - termelési szabályok,
 - alapanyagrendelkezésre állás,
 - dolgozói kompetenciák, műszakok,
 - ...



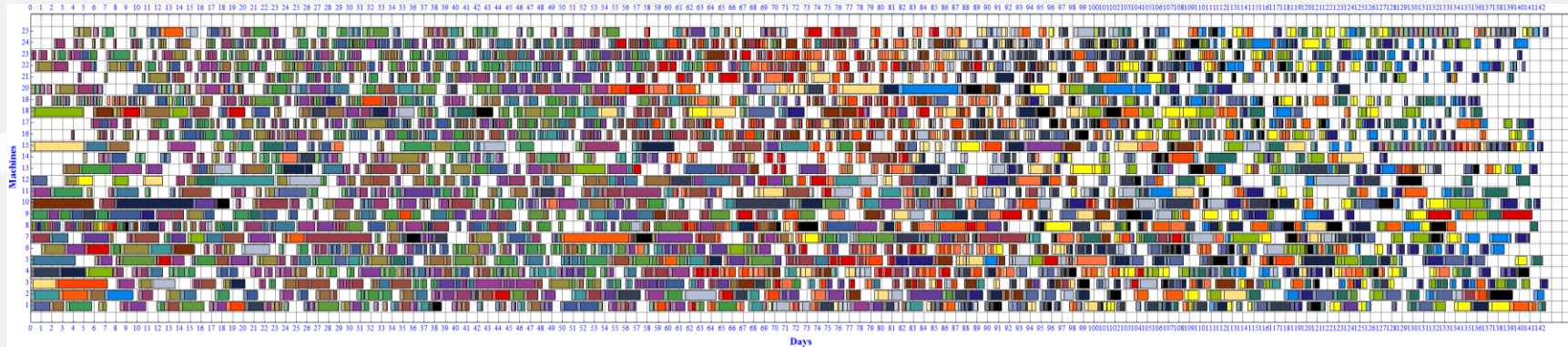
MIRE JÓ EGY TERMELÉSÜTEMEZŐ SZOFTVER?

1 – MEGKÖNNYÍTI AZ ÜTEMEZÉSI FOLYAMATOT

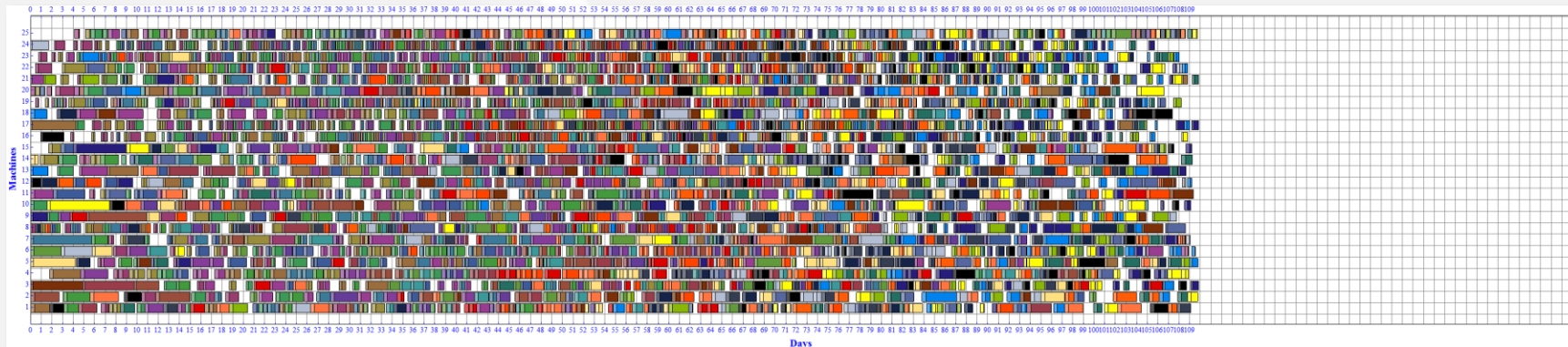
- Lerövidíti az ütemezési folyamatot
 - Automatizált ütemezés (személyre szabott ütemezési logikával)
- Segít a rövid és hosszú távú tervezésben
 - Vizuális megjelenítés (GANTT-diagram)
 - Drag-and-drop manuális módosítás
 - Különböző tervek összehasonlíthatóak (What if scenarios)
- Segít a napi szintű, operatív döntések meghozásában
 - Gépleállítás, munkaerő kiesés, beszállítói késések, ...

MIRE JÓ EGY TERMELÉSÜTEMEZŐ SZOFTVER?

2 – HATÉKONYABBÁ TESZI A TERMELÉST



Átfutási idő:
143 → 110 nap



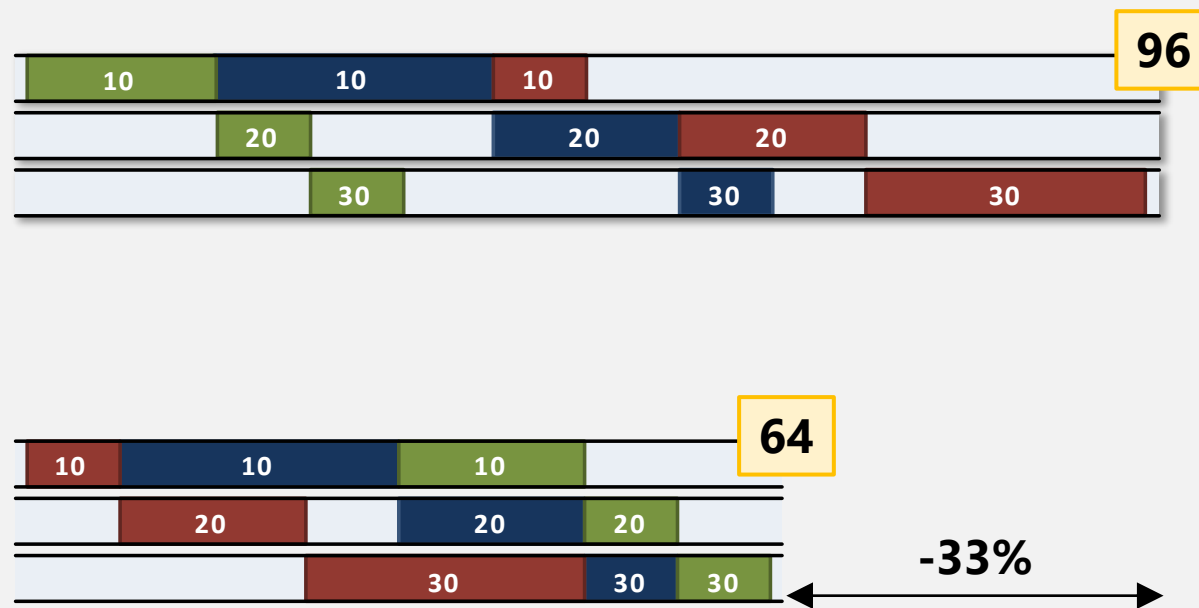


MATEMATIKAI ESZKÖZTÁR

EGY KISEBB PÉLDA

- Mi a legkisebb átfutási idő, ha az alábbi 3 rendelést kell 3 gépen megmunkálni?

Rendelés	Művelet	Idő (perc)
Kék	10	24
	20	16
	30	8
Zöld	10	16
	20	8
	30	8
Piros	10	8
	20	16
	30	24



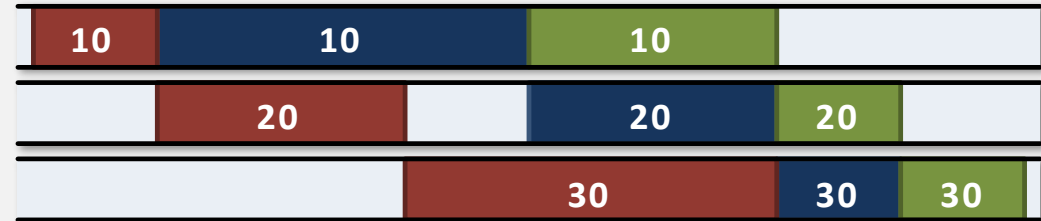
OPTIMALIZÁLÁSI ESZKÖZÖK

1. Probléma definiálása: **korlátok** és **célfüggvény**
2. Optimális vagy elfogadható terv?
 - Kombinatorikus robbanás
(előző példa: 3 rendelés → 6 sorrend, 10 rendelés → 3 millió sorrend)
3. Megoldási módszerek
 - **Dispatching rules** (sorrendezési szabályok)
 - Optimális megoldást garantáló módszerek
 - Korlátozás programozás (~logikai modellezés)
 - **Egészértékű programozás** (~lineáris algebrai leírás)
 - Heurisztikák
 - **Lokális keresés**, tabukeresés, genetikus algoritmus, szimulált hűtés, ...

DISPATCHING RULES

- A rendelések alkalmas sorrendjének megválasztása, majd aszerinti ütemezés

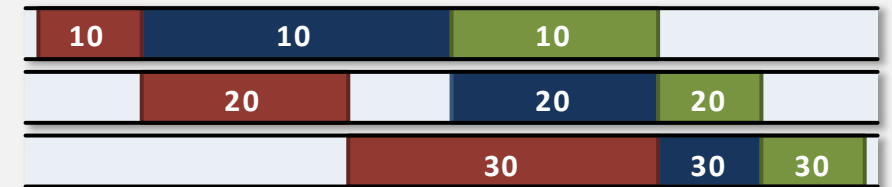
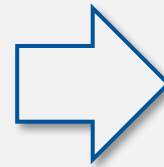
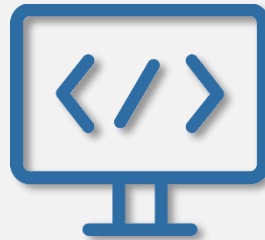
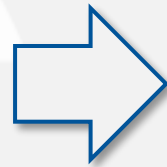
Például célszerű lehet azokat a rendeléseket előre venni, amelyeknek az első művelete rövidebb, mint a második.



EGÉSZÉRTÉKŰ PROGRAMOZÁS

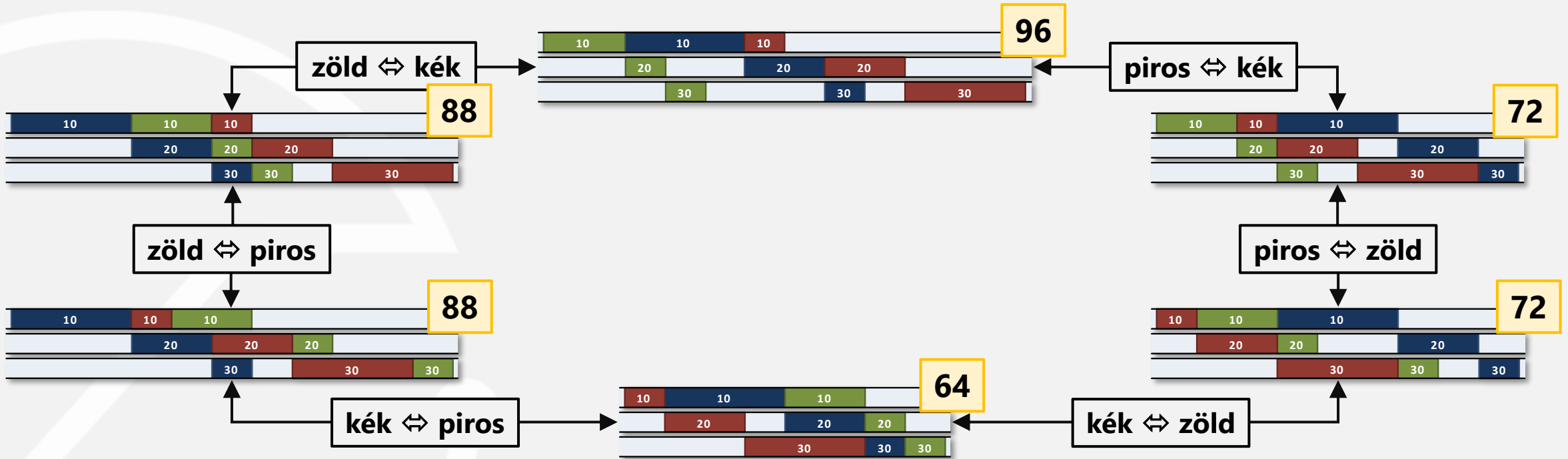
- A feladatot a matematika nyelvére fordítjuk:
 - a korlátokat egyenletek, egyenlőtlenségek segítségével,
 - a célfüggvényt pedig egy kifejezésként írjuk fel.

```
Minimize  $C_{\max}$   
subject to  
 $C_{li} \geq T_{li}; \quad (1 \leq i \leq N),$   
 $C_{ri} - C_{r-1,i} \geq T_{ri}; \quad (2 \leq r \leq M; 1 \leq i \leq N),$   
 $C_{ri} - C_{rk} + PD_{ik} \geq T_{ri};$   
 $(1 \leq r \leq M; 1 \leq i < k \leq N),$   
 $C_{ri} - C_{rk} + PD_{ik} \leq P - T_{rk};$   
 $(1 \leq r \leq M; 1 \leq i < k \leq N),$   
 $C_{\max} \geq C_{Mi}; \quad (1 \leq i \leq N).$ 
```



LOKÁLIS KERESÉS

- Kiindulunk egy megengedett ütemtervből, és megvizsgáljuk a "szomszédjait"
- Ha egy "jobb" szomszédot találunk, akkor azzal megismételjük az eljárást





IPARI ALKALMAZÁSOK

EGYEDI FEJLESZTÉS VAGY DOBOZOS MEGOLDÁS?

EGYEDI FEJLESZTÉS

Teljesen személyre szabható

Több év

10-20 x

Személyre szabhatóság

Bevezetés időtartama

Bevezetés költsége

DOBOZOS SZOFTVER

A megadott modellezési kereteken belül személyre szabható

Pár hónap

x



Opcenter APS
Advanced Planning
and Scheduling

OPCENTER APS – SZÉLESKÖRŰ ALKALMAZÁS

„Nálunk teljesen máshogy működik a gyártás...”

- **Élelmiszeripar**

- Chocolates Valor S.A., Spanyolország – Heti szinten 16 órával lerövidült a tervezés ideje
- Dauper, Brazília – Egyhavi terv készítése: 2-5 nap → 10 perc

- **Gépipar**

- Siemens Industrial Turbomachinery, UK – Hatékonyabb készletkezelés
- Narayan Powertech, India – Rendelések átfutási ideje: 4 hét → 2,5 hét

- **Faipar**

- Springfarm Architectural Mouldings Limited, UK – Géppark csökkentése, hulladékcsökkentés

- **Vegyipar**

- Granado, Brazília – Egyhavi terv készítésének ideje 66%-kal csökkent

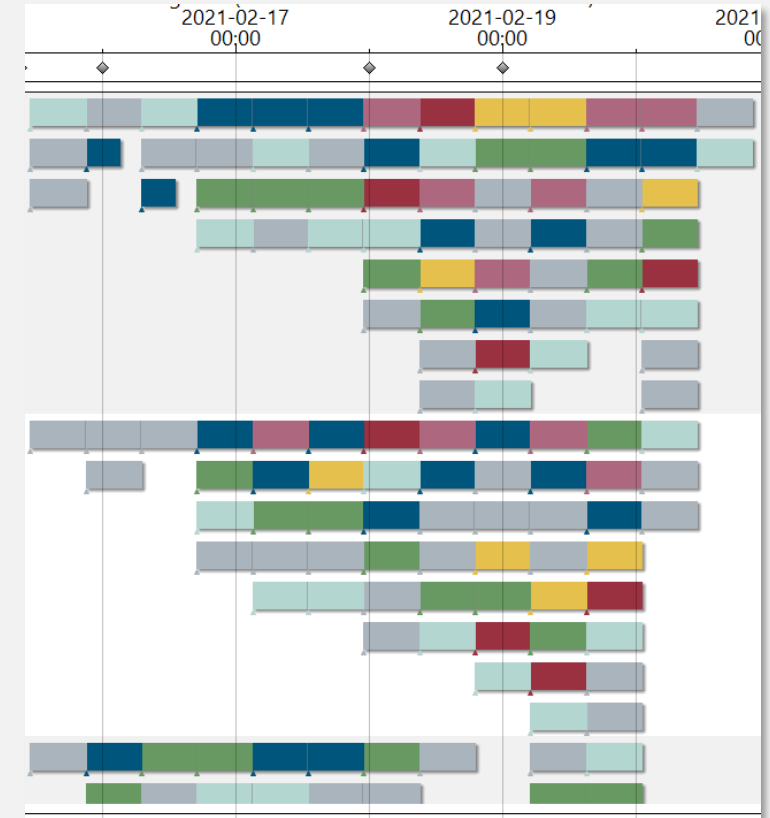
PROJEKT #1 (FORGÁCSOLÓ ÜZEM)

- **Tervezési nehézségek:**
 - Beeső megrendelésekre határidő vállalása
 - Kapacitáshiány esetén kézi forgácsolásra váltás
- **Projekt kihívások:**
 - Alternatív termékútvonalak kezelése (eloxáló üzemek, gépi/kézi forgácsolás)
- **Projekt eredmények:**
 - 2 üzemre 1-1 Opcenter modell bevezetése
 - Egyedi funkció fejlesztése alternatív útvonalak közötti váltásra

PROJEKT #2 (KÁLYHA ÜTEMEZÉS)

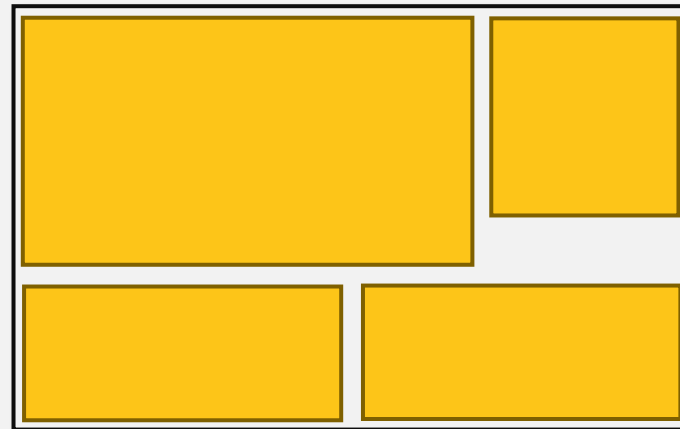
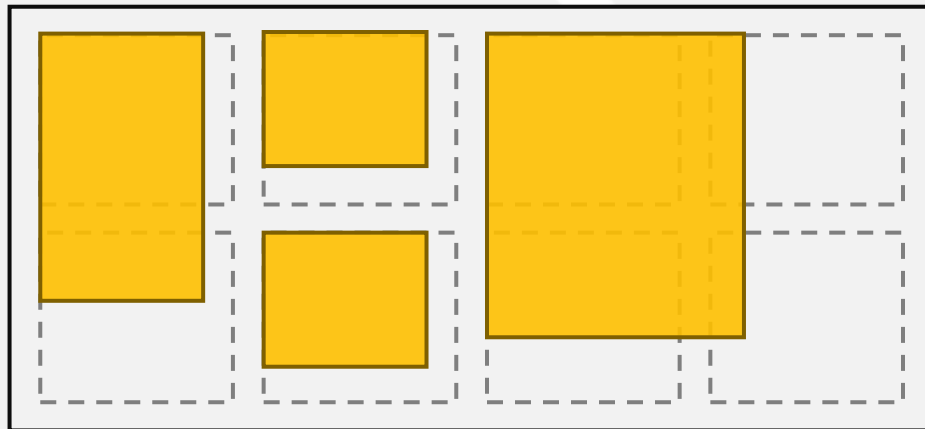
Feladat:

- Bizonyos elemeket kell 1/2/3 alkalommal hőkezeln
- Több, különböző paraméterű kályha áll rendelkezésre
- Bizonyos kályháknál nincsenek fix indítási időpontok
- Két kályházási kör között eltelt időre felső limit adott
- Bizonyos kályhák hőtartásra használhatók
- **Az elemek kályhán belüli elhelyezésére különféle korlátok adottak**



PROJEKT #2 (KÁLYHA ÜTEMEZÉS)

- Az elemek és a kályhák méretét figyelembe kell venni
- Az elemek 90°-al elforgathatóak
- Bizonyos kályháknál megkülönböztetett pozíciók vannak
 - Pozíció korlátok
 - Pozíció-pár korlátok
- Bizonyos kályhák esetén súlykorlát adott



PROJEKT #2 (KÁLYHA ÜTEMEZÉS)

■ Tervezési nehézségek:

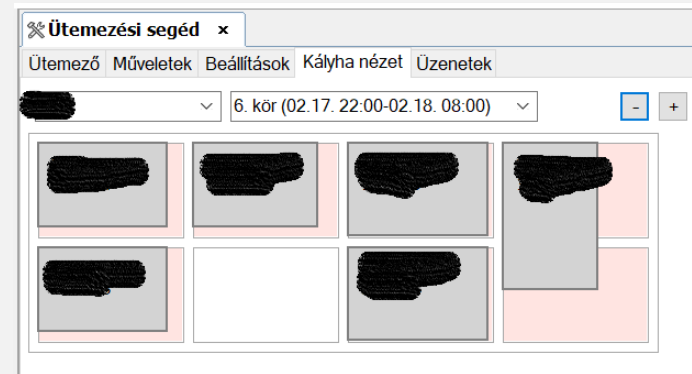
- Komplex szabályok
- Nincs részletes terv. Dolgozói döntések alapján történik.

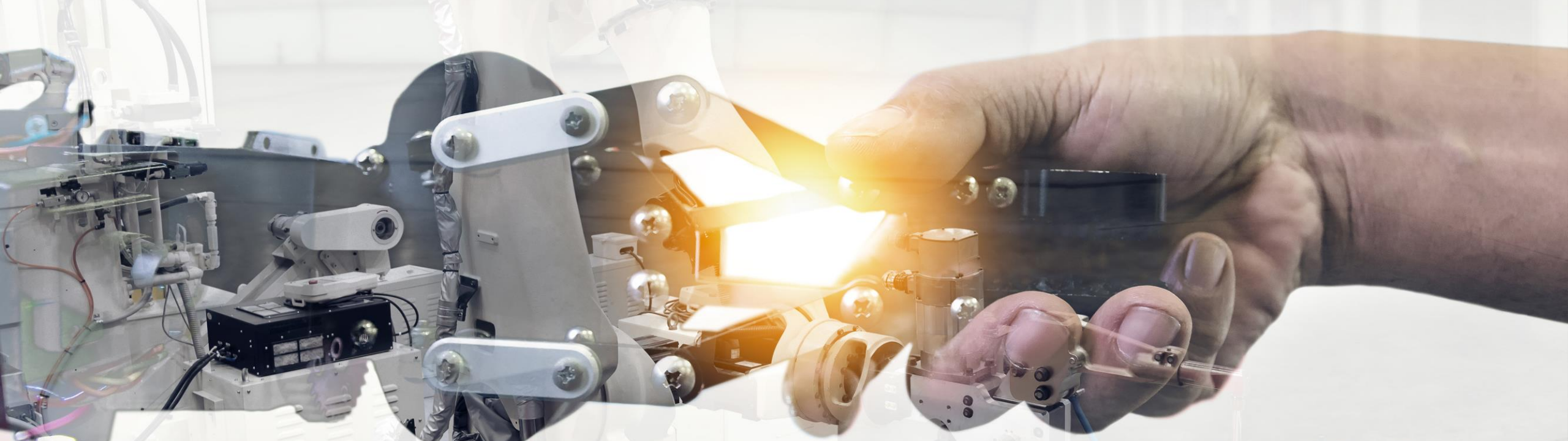
■ Projekt kihívások:

- Bizonyos szabályok kezelése túlmutat a szoftver által kínált modellezési lehetőségeken

■ Projekt eredmények:

- Opcenter modell bevezetése
- Egyedi, személyre szabott ütemezési logika
- Egyedi felület elkészítése az ütemezési paraméterek változtatására, kályházási körök vizualizálására





SZTAKI



EPIC
InnoLabs

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

www.sztaki.hu