



BME
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

KJIT
Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

Légiforgalmi irányítás szektorizációs tool munkaterhelés alapú megközelítése

Számel Bence Domonkos

A döntéstámogató eszköz rendeltetése

- A légiforgalmi irányítás biztonságának és –hatékonyságának feltétele a munkaterhelés szempontjából optimális (közeli) szektorkonfiguráció
- A szektorkonfigurációról a supervisor dönt előírások, valamint saját tapasztalat és képességek alapján
- Probléma: Ha a supervisor tapasztalata kevés vagy nem hétköznapi forgalmi helyzet áll elő, lehet, hogy nem az optimális konfigurációt választja
- Lehetséges megoldás: Tapasztalt supervisorok döntési folyamata alapján működő automatizált javaslattevő eszköz használata

A döntéstámogató eszköz felépítése

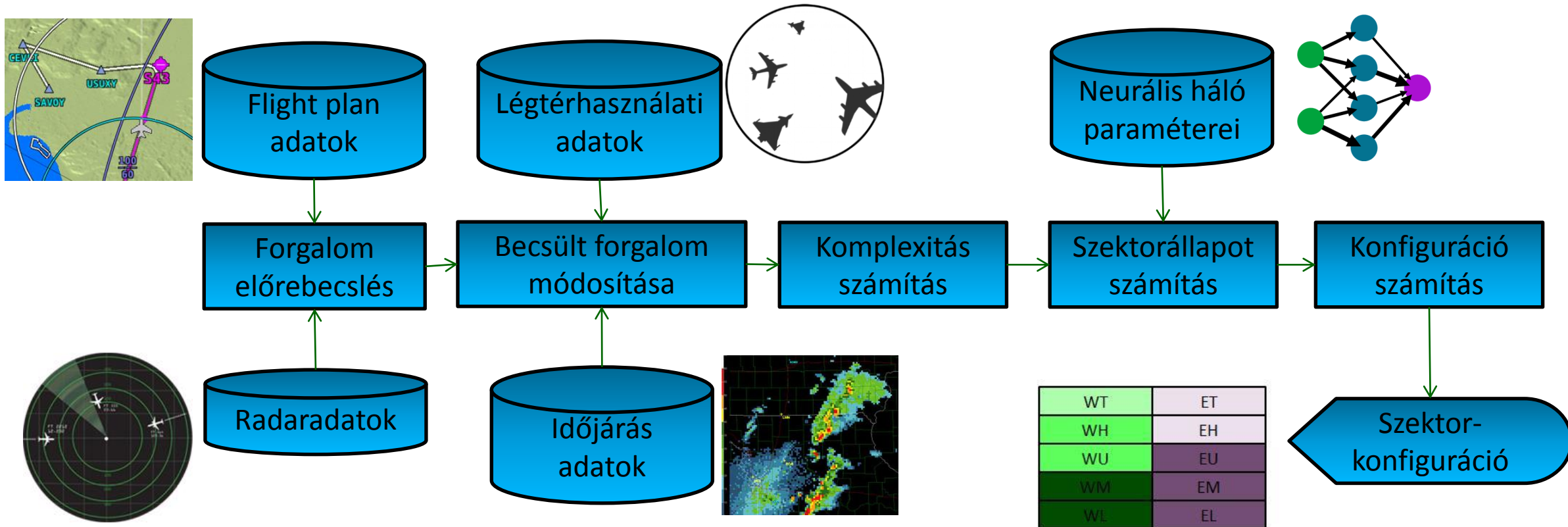
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

Az eszköz funkcionális moduljai a supervisor döntési folyamatát tükrözik

- Várható forgalmi helyzet előrejelzése (10-20 perc)
- Várható forgalmi helyzet komplexitásának meghatározása
- Optimális szektorállapotok (szektorkonfiguráció) meghatározása

A döntéstámogató eszköz felépítése

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

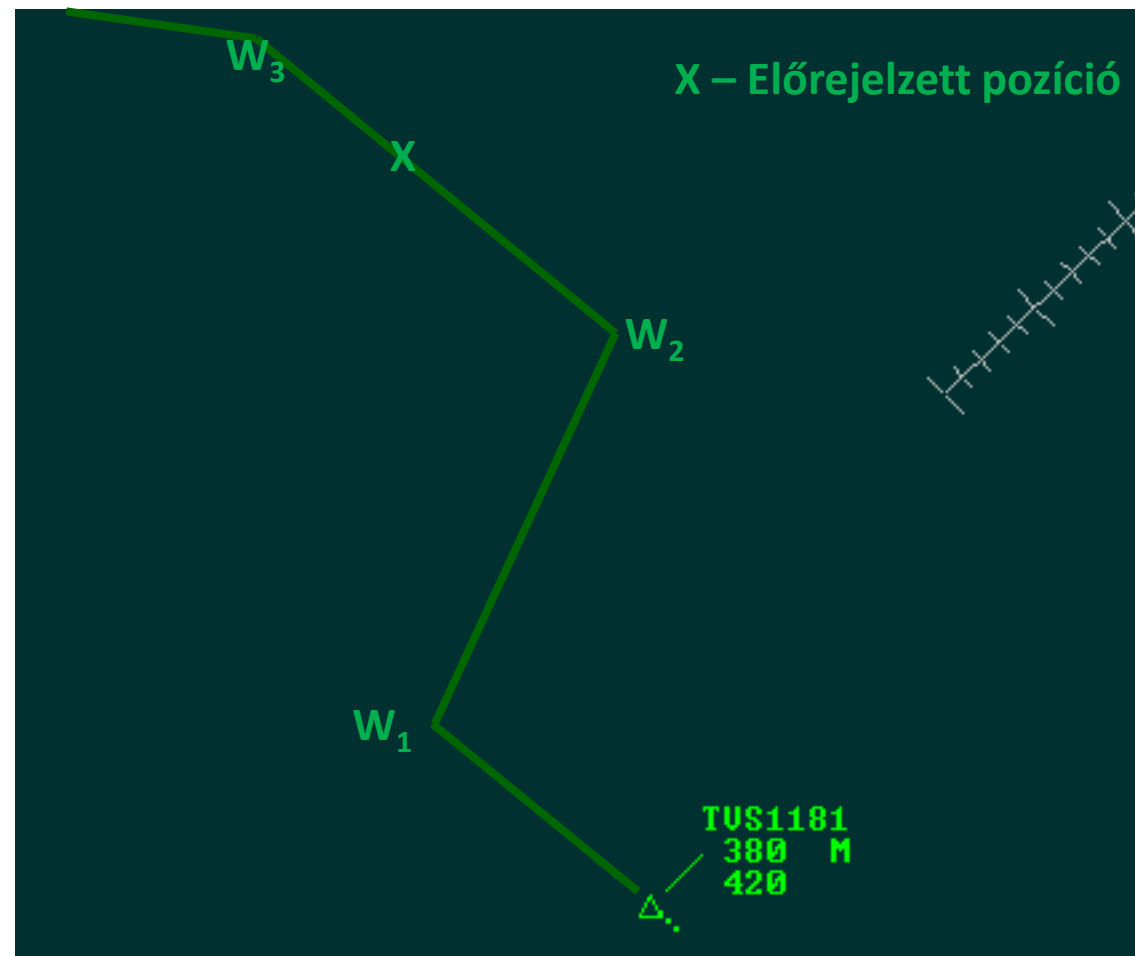


Forgalom előrejelzés

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

Repülési terv adatok

- Várható pozíció, sebesség és repülési szint megadott útvonalpontokon
- Csak az azonosított légi járművekhez elérhető
- Az előrejelzés interpoláció két útvonalpont között

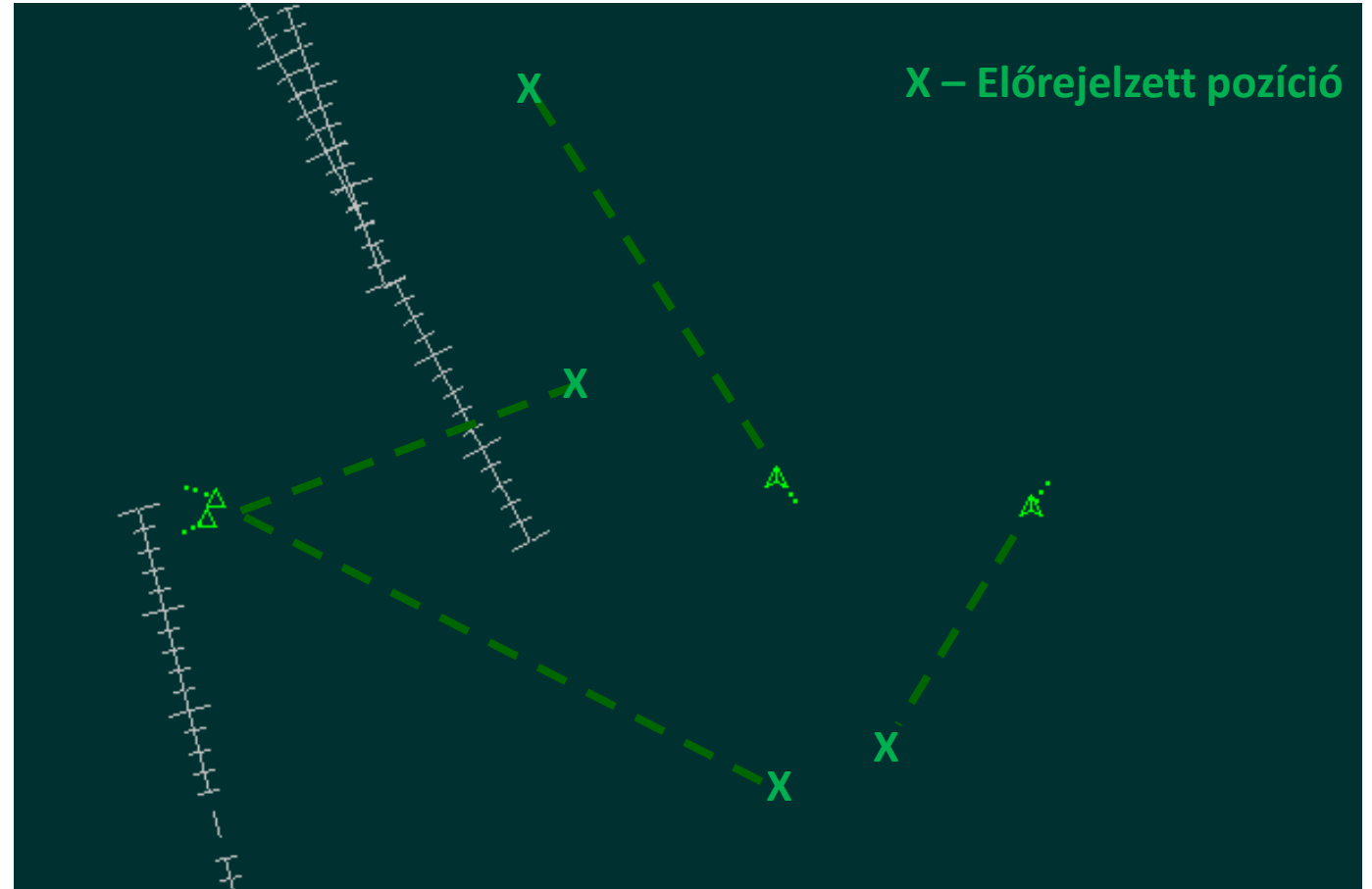


Forgalom előrejelzés

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

Radaradatok

- Aktuális pozíció, sebesség, repülési szint
- Minden légi járműhöz elérhető
- Az előrejelzés a pozíció extrapolációja

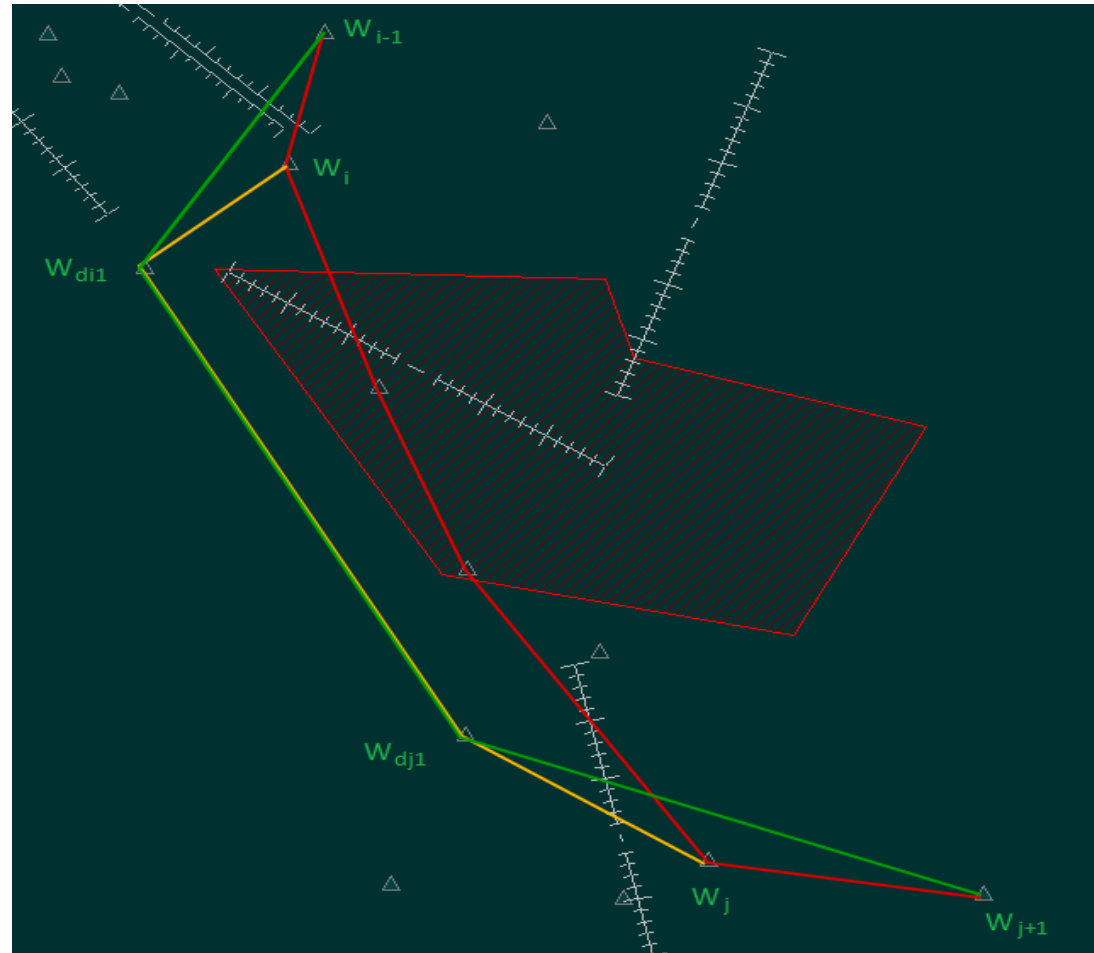


Korlátozott légtértartományok kezelése

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

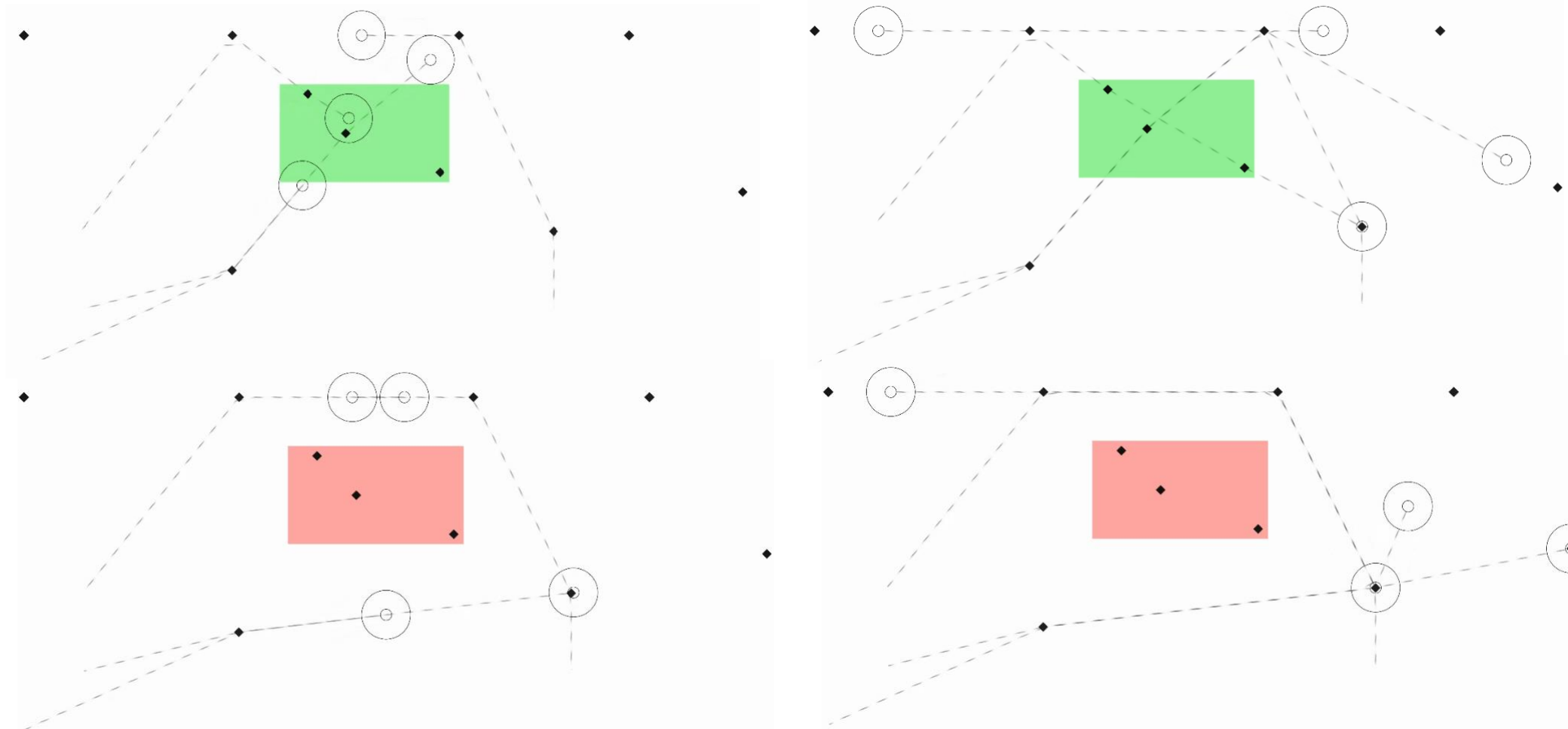
Tervezett korlátozás

- Kerülés szabványos jelentőpontok mentén, ha lehetséges
- Maximum 2 új útvonalpont
- Kezdés és befejezés a tartománnyal szomszédos útvonalpontokban vagy az azokat megelőző/követő pontban



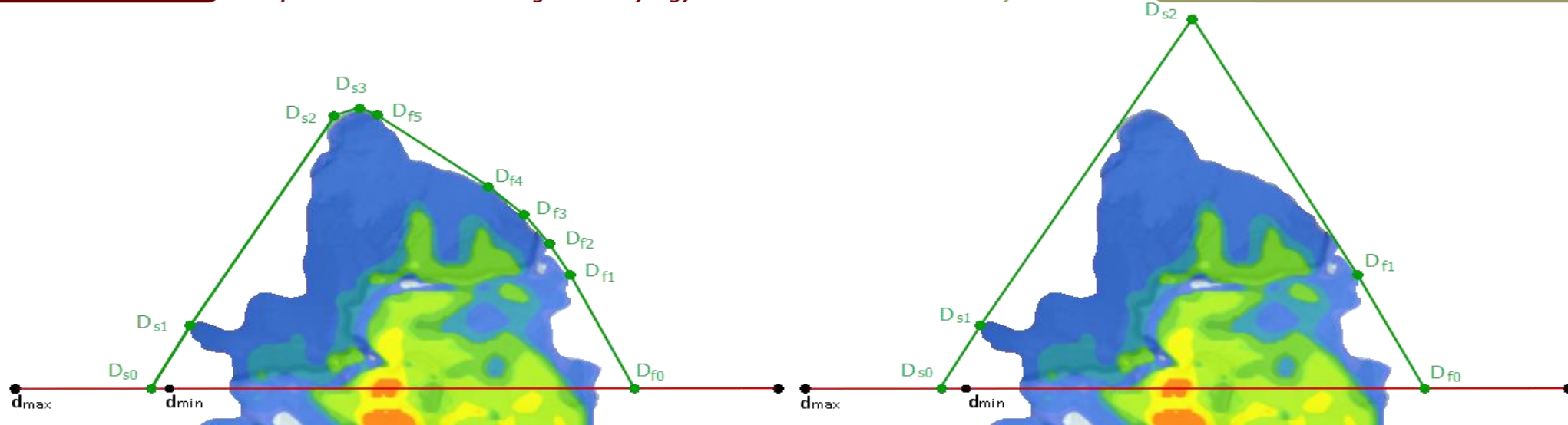
Korlátozott légtértartományok kezelése

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék



Korlátozott légtértartományok kezelése

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

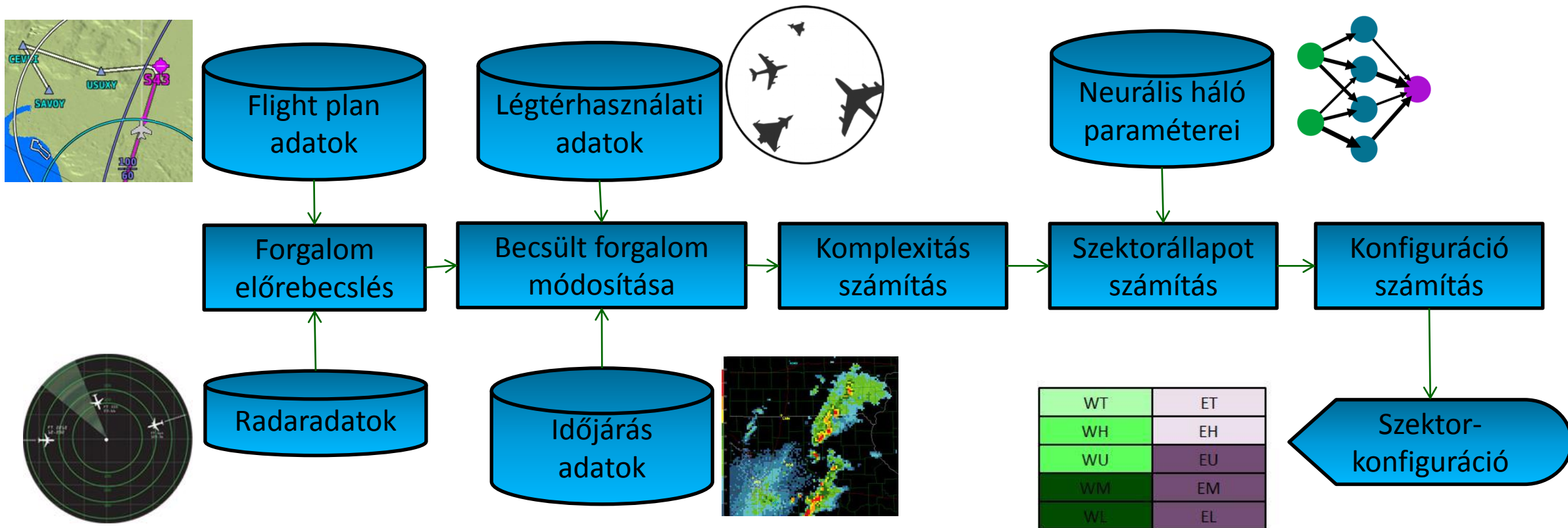


Időjárás miatti korlátozás

- Kerülés elkezdése egy adott tartomány véletlenszerű pontjában
- Kerülés a korlátozott tartomány érintőinek mentén a töréspontok számának „büntetésével”

Komplexitás számítása

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék



Komplexitás számítása

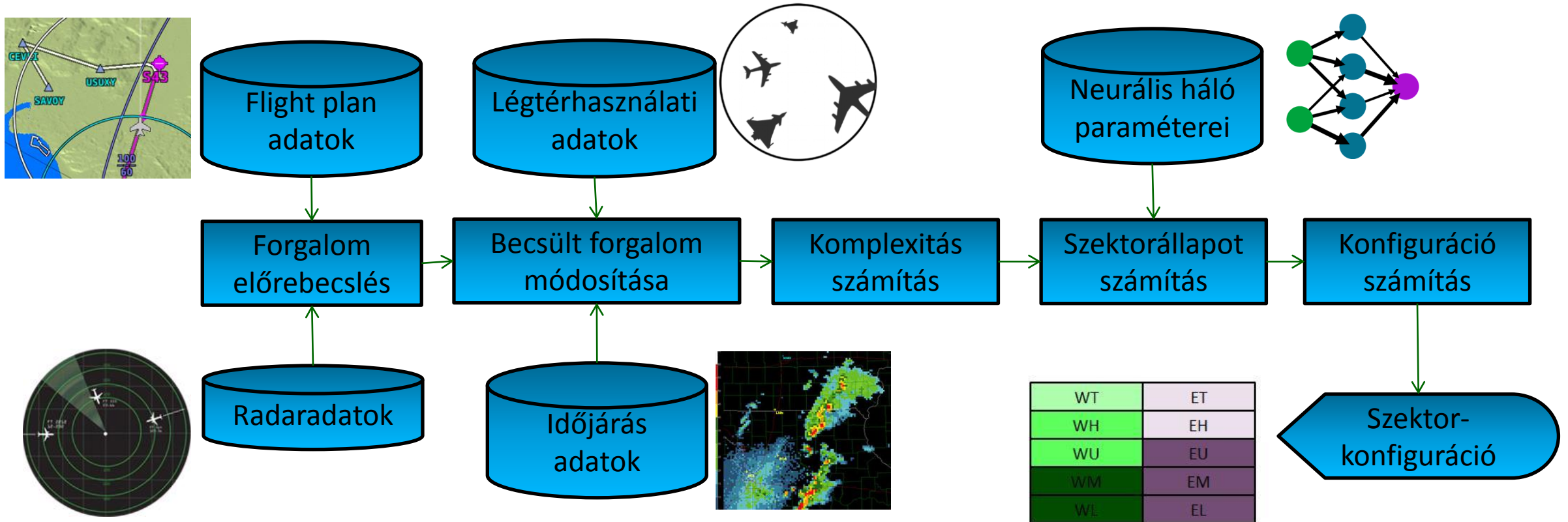
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

Számszerű értékek számítása különféle komplexitási tényezőkhöz

Légijárműszám	TRA-k száma	Süllyedő légijárművek száma/aránya
Emelkedő légijárművek száma/aránya	Konfliktusban lévő légijármű-párok száma	Forgalom érzéketlensége
Forgalom össze-/széttartó jellege	Szektor kiterjedése	Szabványos útvonalak/belépési pontok száma
Emelkedő légijárművek a TMA-ban	Repülési szintek száma	

Szektor konfiguráció meghatározása

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

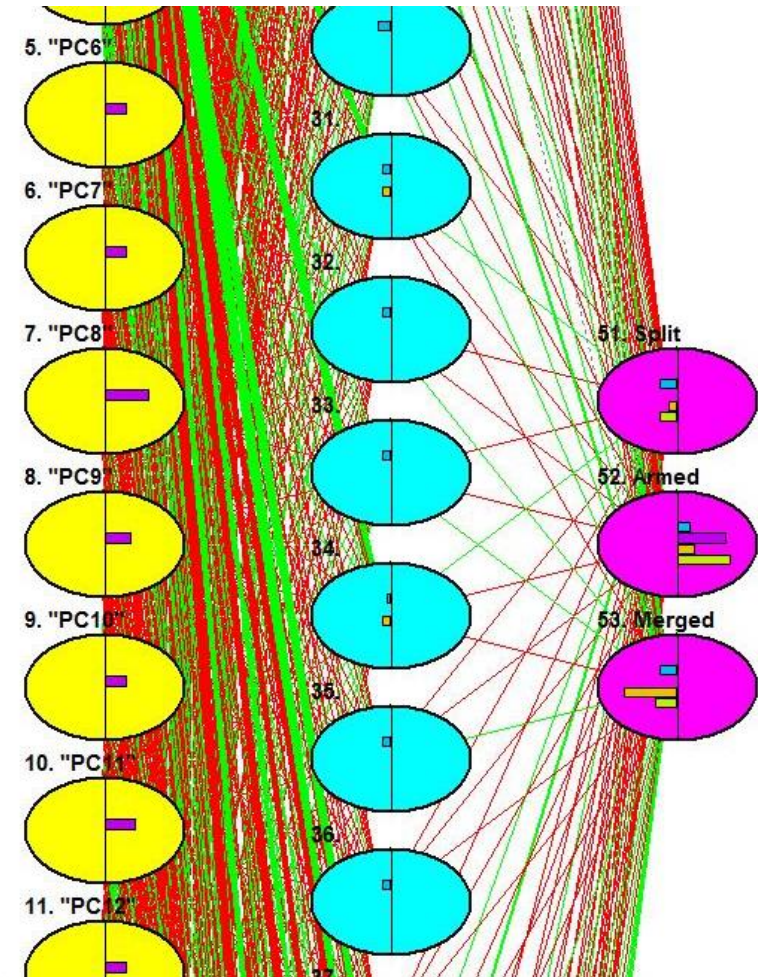


Szektor konfiguráció meghatározása

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

Optimális szektorállapot meghatározása neurális hálóval komplexitásértékek alapján

- Input réteg: Egy-egy konkrét forgalmi szituáció komplexitás értékei
- Output réteg: Egy-egy szektor lehetséges állapotai (1 – optimális, 0 – nem optimális; SV-k véleménye alapján)



Szektor konfiguráció meghatározása

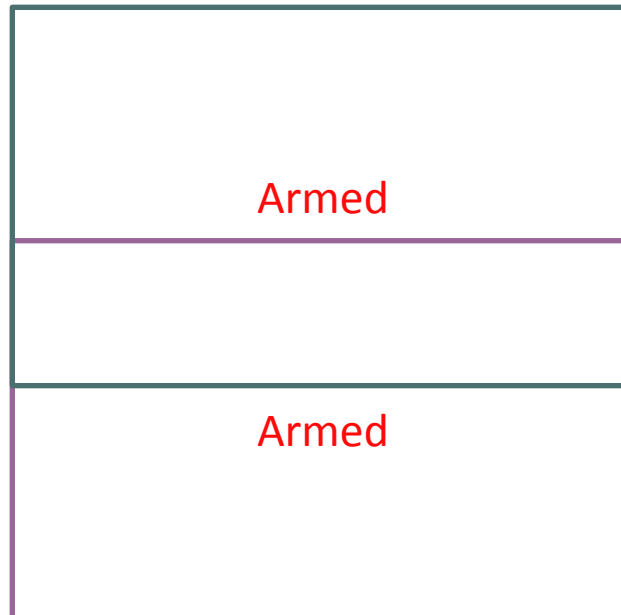
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

"PC14"	"PC15"	"PC16"	"PC17"	Split	Armed	Merged
0.0216	0.0160	-0.0041	-5.0400	0.0000	1.0000	0.0000
0.2848	-0.1592	0.0356	4.6800	0.0000	1.0000	0.0000
-0.3682	-0.3504	-0.2251	1.1400	0.0001	0.9996	0.0000
0.1814	-0.6626	0.1479	5.4600	0.0000	0.9997	0.0000
0.1131	-0.0330	-0.0395	5.0300	0.0001	0.9999	0.0000
-0.1119	-0.0689	-0.0609	7.2600	0.0000	0.9995	0.0008
-0.0413	-0.1197	-0.0024	6.9000	0.0000	1.0000	0.0000
-0.1651	-0.2551	0.0460	7.1800	0.0000	1.0000	0.0000
-0.0264	-0.0478	0.1413	3.7700	0.0007	0.9995	0.0000
-0.1193	-0.1269	-0.0488	-6.6900	0.9912	0.0306	0.0000
0.0228	-0.1946	-0.0207	-5.1100	0.0005	0.9996	0.0000
-0.3109	0.1525	0.1044	-2.7400	0.0001	0.9997	0.0000
0.0938	0.0589	-0.0464	-5.8000	0.0004	0.9994	0.0000
-0.1523	-0.2280	-0.0385	-9.1300	0.0003	0.9997	0.0000
0.0310	-0.1530	-0.0831	-2.3900	0.0000	1.0000	0.0000
-0.0664	0.3087	-0.0648	3.9200	0.0000	0.9999	0.0000
-0.0841	0.5674	-0.2281	5.1100	0.0000	0.9997	0.0005
-0.1078	0.1712	0.1793	-4.5400	0.0001	0.9998	0.0000
0.2914	0.1124	-0.0358	6.5600	0.0000	1.0000	0.0000
0.0742	-0.2140	-0.0082	1.2300	0.9996	0.0006	0.0000
-0.0318	-0.2809	-0.0198	2.3400	1.0000	0.0002	0.0000

Szektorkonfiguráció meghatározása

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

A neurális háló nem feltétlenül javasol megvalósítható konfigurációt
A hibák egy részét ki lehet szűrni konfiguráció-validáló algoritmussal



Összefoglalás

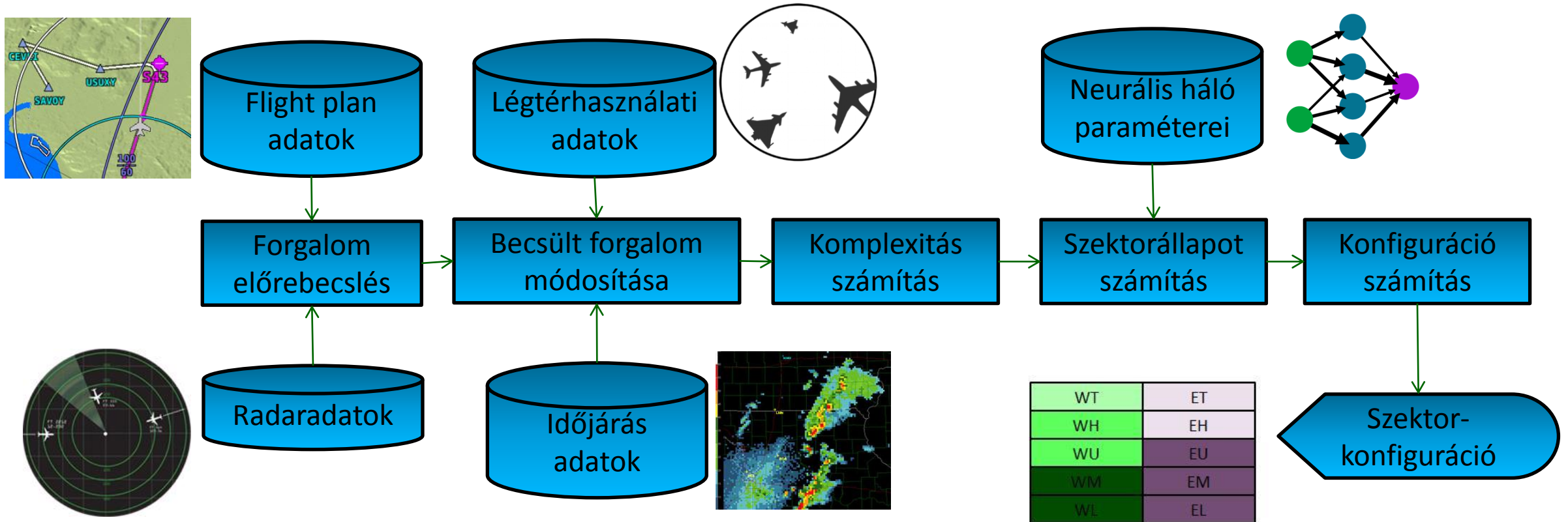
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

A döntéstámogató eszköz fő funkciói:

- Forgalom előrebecslés
 - Korlátozások figyelembe vétele
 - Validáció
- Komplexitás számítás
- Konfiguráció számítás
 - Állapotok ismert szituációk optimális szektorkonfigurációja alapján, tanulás segítségével
 - Konfiguráció az állapotokból, validáló algoritmussal

Összefoglalás

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék





BME
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

KJIT
Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

Légiforgalmi irányítás szektorizációs tool munkaterhelés alapú megközelítése

Számel Bence Domonkos

szamel.bence@mail.bme.hu