

Pannon Egyetem | Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék

Folyamatbányászat

Egy gyártási folyamat elemzése

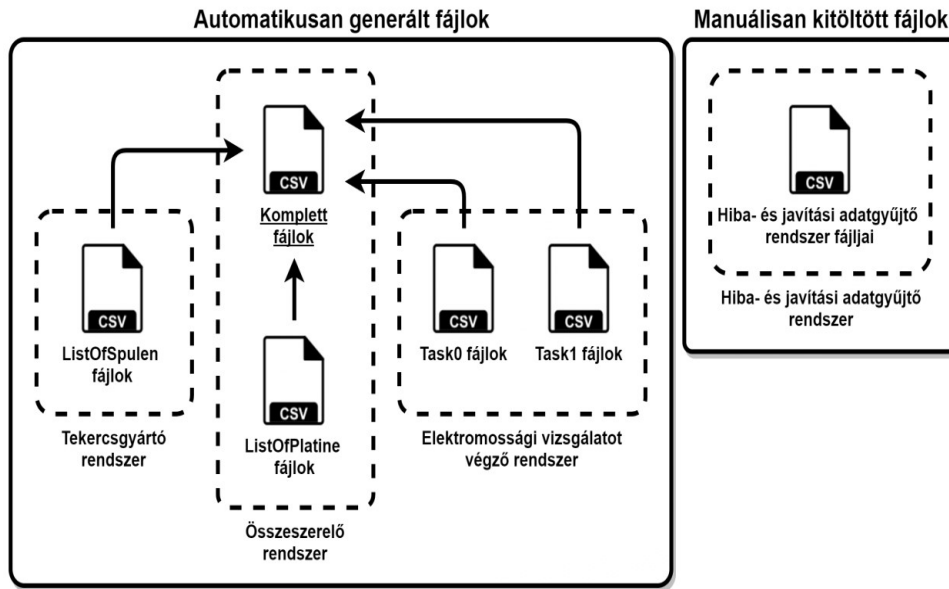
A feladat leírása:

- Termelőeszközök esetében a leállások, a selejtkibocsájtás és az azt megelőző közvetlen és közvetett mérhető információk közötti összefüggések elemzése szükséges az **események megértéséhez, előrejelzéséhez**.
- A **megelőző karbantartás**, beavatkozás alapvetően csökkenti a leállások és újraindítások időtartamát és gyakoriságát, szerencsés esetben a **selejtképződés teljesen elkerülhető**.
- Az automata gyártóberendezésekben a **szenzorok és aktuátorok révén nagy mennyiségű adat képződik**.

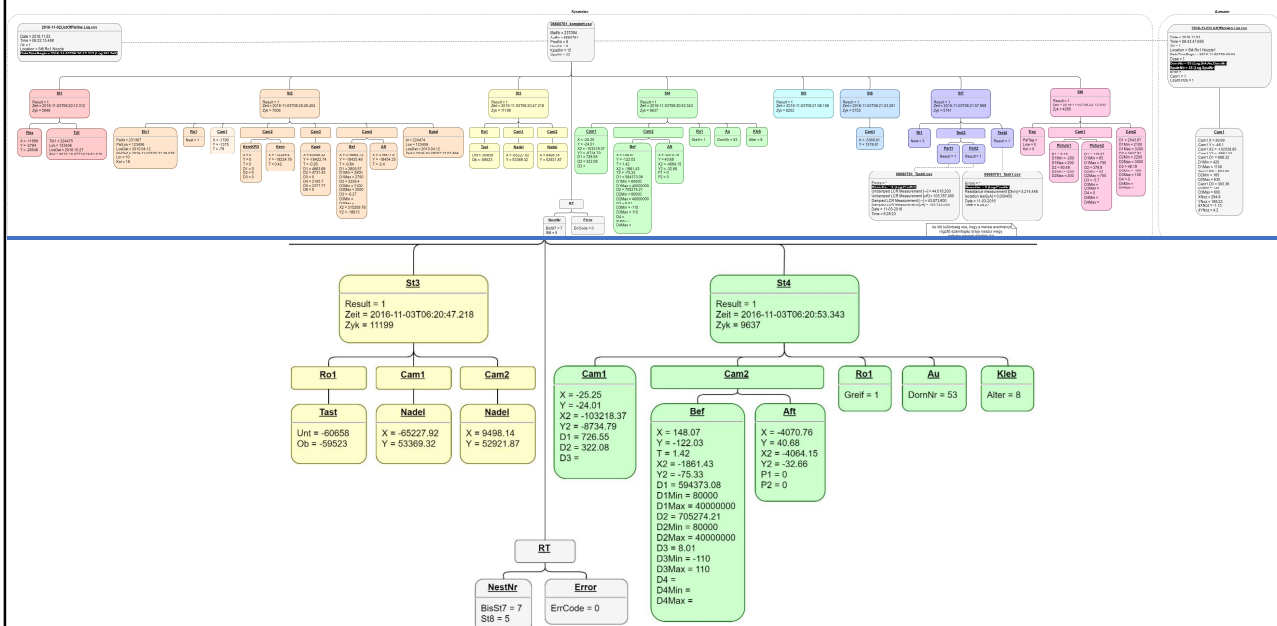
A feladat megoldásának lépései:

- Az adatsorok (log fájlok) konvertálása, feldolgozása és elemzése
- Az eseményeket előre jelző jelenségek, mintázatok kutatása
- Algoritmusok fejlesztése és alkalmas szoftverekre történő implementálása

A rendelkezésre álló adatfájlok csoportosítása



A log fájlok tartalma és kapcsolataik



A hiba és javítási adatgyűjtő rendszer egy fájlja

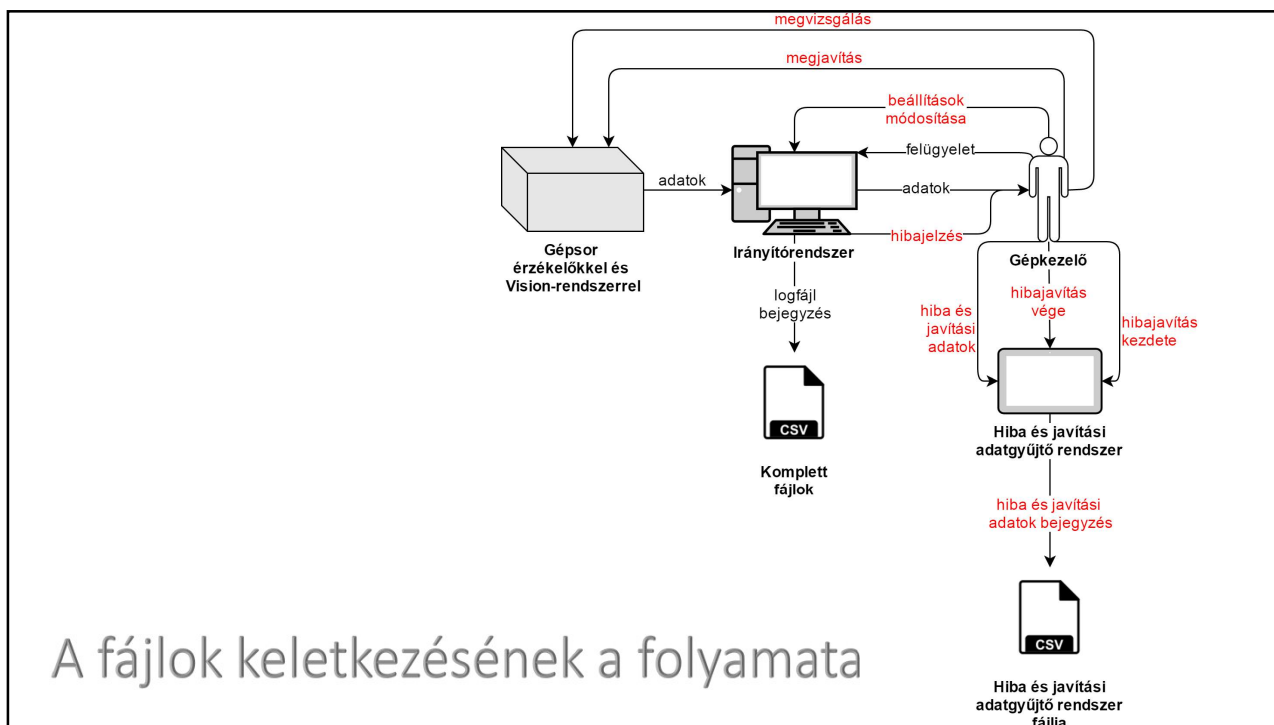
1	6758052	217216	2017.01.17 0:51	Aumann	Aumann_1	Dorni leesik.	Gegenlager tisztítás.	2017.01.17 0:52	Mixtai Ádám	A111	
2	6758052	217216	2017.01.17 0:52	Aumann	Aumann_1	Huzalszakadás.	Huzal újrafűzés.	2017.01.17 0:54	Mixtai Ádám	B72	
3	6758052	217216	2017.01.17 1:22	Aumann	Aumann_1	Dorni leesik.	Gegenlager tisztítás.	2017.01.17 1:23	Mixtai Ádám	A111	
4	6758052	217216	2017.01.17 2:09	Sysmelec	ST4	Nem veszi át a dorniról a tekercset.	Vákuum ellenőrzése, beállítása.	2017.01.17 2:17	Mixtai Ádám	S403	
5	6758052	217216	2017.01.17 2:55	Sysmelec	ST3	Kapilláris cső képfelismerési hiba.	Cső méretre vágása.	2017.01.17 2:55	Mixtai Ádám	S303	
6	6758052	217216	2017.01.17 3:04	Sysmelec	ST2	Nem veszi ki az ülékből a vasmagot	Vasmag pozíció ellenőrzése.	2017.01.17 3:06	Mixtai Ádám	S205	
7	6758052	217216	2017.01.17 3:33	Sysmelec	ST2			2017.01.17 3:38	robot2 hib	Mixtai Ádám	S205
8	6758052	217216	2017.01.17 4:09	Sysmelec	ST2			2017.01.17 4:10	robot2 hib	Mixtai Ádám	S205
9	6758052	217216	2017.01.17 4:55			5430		5430	2017.01.17 5:00	Mixtai Ádám	0
10	6758052	217216	2017.01.17 5:02	Sysmelec	ST1-ST8	Indítási és leállási veszteségek	A műszakkezdéstől az első munkadarab	2017.01.17 6:16	Mixtai Ádám	SA11	
11	6758052	217216	2017.01.17 6:16	Sysmelec	ST1-ST8	Indítási és leállási veszteségek	A műszakkezdéstől az első munkadarab	2017.01.17 6:33	Béni Csaba	SA11	
12	6758052	217216	2017.01.17 6:50	Sysmelec	ST2	Vasmag elfogyott.	Vasmag feltöltés.	2017.01.17 6:52	Béni Csaba	B86	
13	6758052	217216	2017.01.17 7:32	Aumann	Aumann_1	Huzalszakadás.	Huzal újrafűzés.	2017.01.17 7:34	Béni Csaba	B72	
14	6758052	217216	2017.01.17 8:13	Aumann	Aumann_1	Huzalszakadás.	Huzal újrafűzés.	2017.01.17 8:15	Béni Csaba	B72	
15	6758052	217216	2017.01.17 9:33	Sysmelec	ST4			2017.01.17 9:36	kettes meg	Béni Csaba	S403
16	6758052	217216	2017.01.17 9:38	Aumann	Aumann_1	Huzalszakadás.	Huzal újrafűzés.	2017.01.17 9:40	Béni Csaba	B72	
17	6758052	217216	2017.01.17 10:13	Sysmelec	ST1-ST8			2017.01.17 10:14	RT hiba	Béni Csaba	S403
18	6758052	217216	2017.01.17 10:33	Sysmelec	ST2	Nem vesz fel vasmagot (Vákuum hiba)	Vákuum megfogó tisztítása.	2017.01.17 10:34	Béni Csaba	S202	
19	6758052	217216	2017.01.17 11:00	Aumann	Aumann_1	Huzalszakadás.	Huzal újrafűzés.	2017.01.17 11:02	Béni Csaba	B72	
20	6758052	217216	2017.01.17 12:14	Sysmelec	ST7	Rossz mérési eredmények.	Mérőtű cseré.	2017.01.17 13:43	törött mér	Béni Csaba	S706
21	6758052	217216	2017.01.17 14:43	Sysmelec	ST2	Vasmag elfogyott.	Vasmag feltöltés.	2017.01.17 14:45	Molnár Balázs	B86	
22	6758052	217216	2017.01.17 15:24	Aumann	Aumann_1	Huzalszakadás.	Huzal újrafűzés.	2017.01.17 15:26	Molnár Balázs	B72	
23	6758052	217216	2017.01.17 15:24	Aumann	Aumann_1	Huzalszakadás.	Huzal újrafűzés.	2017.01.17 15:26	Molnár Balázs	B72	
24	6758052	217216	2017.01.17 15:44	Sysmelec	ST1-ST8	Szünet		2017.01.17 16:08	Molnár Balázs	SA02	

Egy komplett fájl eleje...

MatNr	AufNr	ProdNr	KernNr	KpadNr	SpuNr	St1	Zeit	Zyk	St2	Zeit	Zyk	St3	Zeit	Zyk	St4	Zeit	Zyk	St5	Zeit
217216	6758055	1	1	3	0	1	2017-01-19T06:15:55.671	91862	1	2017-01-19T06:16:47.703	0	1	2017-01-19T06:17:01.234	68636	0	2017-01-19T06:17:02.187	1728	0	2017-01-19T06:17:12.140
217216	6758055	2	2	4	0	1	2017-01-19T06:16:01.562	5899	1	2017-01-19T06:16:57.687	7620	1	2017-01-19T06:17:11.187	9288	0	2017-01-19T06:17:12.140	1728	0	2017-01-19T06:17:22.015
217216	6758055	3	3	5	0	1	2017-01-19T06:16:56.312	6398	1	2017-01-19T06:17:07.625	7885	1	2017-01-19T06:17:21.062	9176	0	2017-01-19T06:17:22.015	1728	0	2017-01-19T06:17:42.781
217216	6758055	4	4	6	0	1	2017-01-19T06:17:06.218	6094	1	2017-01-19T06:17:17.515	7662	1	2017-01-19T06:17:41.812	20080	0	2017-01-19T06:17:42.781	1728	0	2017-01-19T06:17:52.625
217216	6758055	5	5	7	0	1	2017-01-19T06:17:16.218	6436	1	2017-01-19T06:17:27.578	7865	1	2017-01-19T06:17:51.687	9185	0	2017-01-19T06:17:52.625	1728	0	2017-01-19T06:18:12.468
217216	6758055	6	6	8	0	1	2017-01-19T06:17:26.031	6141	1	2017-01-19T06:17:48.140	7718	1	2017-01-19T06:18:12.468	20109	0	2017-01-19T06:18:13.437	1728	0	2017-01-19T06:18:28.109
217216	6758055	7	7	9	10	1	2017-01-19T06:17:46.703	6384	1	2017-01-19T06:17:58	7777	1	2017-01-19T06:18:22.312	9156	1	2017-01-19T06:18:28.109	1728	1	2017-01-19T06:18:32.234
217216	6758055	8	8	10	24	1	2017-01-19T06:17:56.640	6405	1	2017-01-19T06:18:18.734	7823	1	2017-01-19T06:18:32.234	9234	1	2017-01-19T06:18:40.718	92338	1	2017-01-19T06:18:48.015
217216	6758055	9	9	11	25	1	2017-01-19T06:18:17.500	6481	1	2017-01-19T06:18:28.593	7684	1	2017-01-19T06:19:14.468	41497	1	2017-01-19T06:19:22.015	7841	1	2017-01-19T06:19:22.015
217216	6758055	10	10	12	26	1	2017-01-19T06:18:27.421	6532	1	2017-01-19T06:18:41.187	7819	1	2017-01-19T06:20:16.843	61589	1	2017-01-19T06:20:39	5281	1	2017-01-19T06:20:49.234
217216	6758055	11	11	0	35	1	2017-01-19T06:18:39.750	10948	1	2017-01-19T06:19:22.890	9591	1	2017-01-19T06:20:43.265	25691	1	2017-01-19T06:20:49.234	8098	1	2017-01-19T06:20:59.156
217216	6758055	12	12	1	36	1	2017-01-19T06:19:21.484	6531	1	2017-01-19T06:20:39.625	7760	1	2017-01-19T06:20:53.437	9474	1	2017-01-19T06:20:59.156	5072	1	2017-01-19T06:21:42.218
217216	6758055	13	1	2	41	1	2017-01-19T06:20:38.500	6267	1	2017-01-19T06:20:49.875	7909	1	2017-01-19T06:21:03.515	9416	1	2017-01-19T06:21:42.218	43907	1	2017-01-19T06:21:46.750
217216	6758055	14	2	3	42	1	2017-01-19T06:20:48.312	6601	1	2017-01-19T06:20:59.953	7817	1	2017-01-19T06:21:46.750	42438	1	2017-01-19T06:21:52.921	4006	1	2017-01-19T06:21:56.578
217216	6758055	15	3	4	43	1	2017-01-19T06:20:58.437	6544	1	2017-01-19T06:21:10.250	7837	1	2017-01-19T06:21:56.578	9119	1	2017-01-19T06:22:02.328	8362	1	2017-01-19T06:22:07.109
217216	6758055	16	4	5	44	1	2017-01-19T06:21:08.750	6590	1	2017-01-19T06:21:53.031	7851	1	2017-01-19T06:22:07.109	9855	1	2017-01-19T06:22:12.906	5482	1	2017-01-19T06:22:17.093
217216	6758055	17	5	6	45	1	2017-01-19T06:21:51.687	6175	1	2017-01-19T06:22:02.984	7717	1	2017-01-19T06:22:17.093	9986	1	2017-01-19T06:22:23.125	8585	1	2017-01-19T06:22:28.031
217216	6758055	18	6	7	46	1	2017-01-19T06:22:01.531	6445	1	2017-01-19T06:22:13.390	7796	1	2017-01-19T06:22:28.031	10930	1	2017-01-19T06:22:34.109	5095	1	2017-01-19T06:22:37.953
217216	6758055	19	7	8	47	1	2017-01-19T06:22:12.312	6712	1	2017-01-19T06:22:23.625	7841	1	2017-01-19T06:22:37.953	9224	1	2017-01-19T06:22:44.109	5152	1	2017-01-19T06:22:48.015
217216	6758055	20	8	9	48	1	2017-01-19T06:22:22	6354	1	2017-01-19T06:22:34.390	7789	1	2017-01-19T06:22:48.015	10063	1	2017-01-19T06:22:53.828	5152	1	2017-01-19T06:22:58.140
217216	6758055	21	9	10	49	1	2017-01-19T06:22:33.078	6379	1	2017-01-19T06:22:44.453	7788	1	2017-01-19T06:22:58.140	9438	1	2017-01-19T06:23:03.968	7810	1	2017-01-19T06:23:08.265
217216	6758055	22	10	11	50	1	2017-01-19T06:22:43.015	6529	1	2017-01-19T06:22:54.593	7675	1	2017-01-19T06:23:08.265	9447	1	2017-01-19T06:23:14.359	5846	1	2017-01-19T06:23:24.265
217216	6758055	23	11	12	51	1	2017-01-19T06:22:52.984	6066	1	2017-01-19T06:23:04.656	7804	1	2017-01-19T06:23:18.250	9836	1	2017-01-19T06:23:24.265	8452	1	2017-01-19T06:23:28.187
217216	6758055	24	12	13	52	1	2017-01-19T06:23:03.218	6524	1	2017-01-19T06:23:14.625	7658	1	2017-01-19T06:23:28.187	9962	1	2017-01-19T06:23:34	5130	1	2017-01-19T06:23:39.406
217216	6758055	25	13	14	53	1	2017-01-19T06:23:13.468	6665	1	2017-01-19T06:23:24.625	7705	1	2017-01-19T06:23:39.406	11200	1	2017-01-19T06:23:45.515	8065	1	2017-01-19T06:23:51.781
217216	6758055	26	14	15	54	1	2017-01-19T06:23:23.312	6474	1	2017-01-19T06:23:34.953	7635	1	2017-01-19T06:23:45.640	5563	1	2017-01-19T06:23:51.781	5211	1	2017-01-19T06:23:51.781

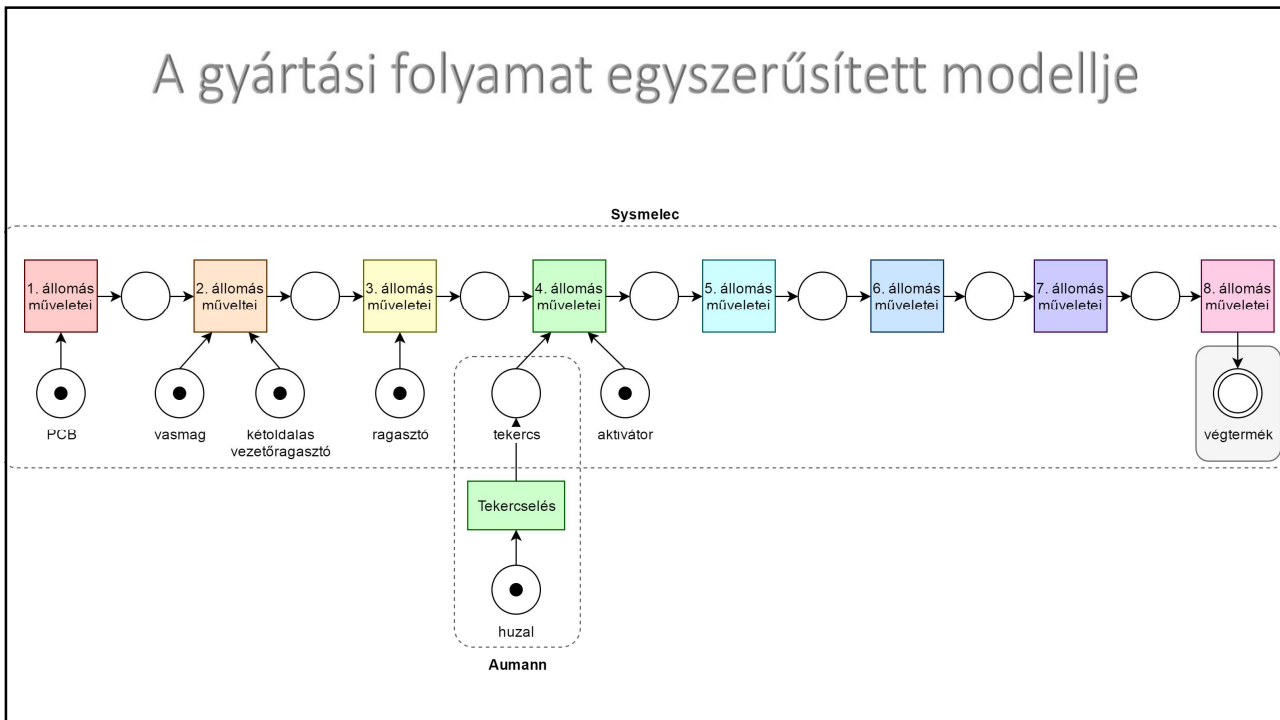
... és vége

D2	D2Min	D2Max	D3	D3Min	D3Max	D4	D4Min	D4Max	St8Cam2.D1	D1Min	D1Max	D2	D2Min	D2Max	D3	D3Min	D3Max	D4	D4Min	D4Max	RT.NestNr.BisSt7	RT.NestNr.St8	ErrCode
0	70	670	0			0			0	3200	3820	0	3200	3820	0	-100	100	0			8	0	402
0	70	670	0			0			0	3200	3820	0	3200	3820	0	-100	100	0			7	0	402
0	70	670	0			0			0	3200	3820	0	3200	3820	0	-100	100	0			6	0	402
0	70	670	0			0			0	3200	3820	0	3200	3820	0	-100	100	0			5	0	402
0	70	670	0			0			0	3200	3820	0	3200	3820	0	-100	100	0			4	0	402
0	70	670	0			0			0	3200	3820	0	3200	3820	0	-100	100	0			3	0	402
227.38	70	670	0			0			3513.43	3200	3820	3585.32	3200	3820	23.57	-100	100	0			2	8	0
359.59	70	670	0			0			3607.11	3200	3820	3628.75	3200	3820	54.14	-100	100	0			1	6	0
465.96	70	670	0			0			3607	3200	3820	3620.15	3200	3820	58.32	-100	100	0			8	5	0
400.34	70	670	0			0			3520.31	3200	3820	3626.92	3200	3820	24.82	-100	100	0			7	4	0
282.06	70	670	0			0			3523.58	3200	3820	3602.12	3200	3820	25.78	-100	100	0			6	3	0
406.77	70	670	0			0			3561	3200	3820	3600.55	3200	3820	65.36	-100	100	0			5	2	0
429.33	70	670	0			0			3587.69	3200	3820	3611.18	3200	3820	58.52	-100	100	0			4	1	0
330.87	70	670	0			0			3607.06	3200	3820	3603.78	3200	3820	62.65	-100	100	0			3	8	0
230.46	70	670	0			0			3636.61	3200	3820	3651.63	3200	3820	30.02	-100	100	0			2	7	0
318.09	70	670	0			0			3527.77	3200	3820	3613.96	3200	3820	23.74	-100	100	0			1	6	0
0	70	670	0			0			0	3200	3820	0	3200	3820	0	-100	100	0			8	5	799
382.15	70	670	0			0			3606.38	3200	3820	3613.05	3200	3820	72.12	-100	100	0			7	4	0
436.59	70	670	0			0			3566.39	3200	3820	3614.05	3200	3820	10.03	-100	100	0			6	3	0
426.04	70	670	0			0			3520.86	3200	3820	3620.9	3200	3820	30.11	-100	100	0			5	1	0
451.12	70	670	0			0			3597.78	3200	3820	3626.82	3200	3820	49.63	-100	100	0			4	8	0
0	70	670	0			0			0	3200	3820	0	3200	3820	0	-100	100	0			3	7	799
311.89	70	670	0			0			3518.95	3200	3820	3608.38	3200	3820	27.02	-100	100	0			2	6	0
422.46	70	670	0			0			3632.87	3200	3820	3622.01	3200	3820	24.64	-100	100	0			1	5	0
500.78	70	670	0			0			3613.15	3200	3820	3624.84	3200	3820	49.97	-100	100	0			8	4	0
352.73	70	670	0			0			3540.75	3200	3820	3611.91	3200	3820	25.1	-100	100	0			7	3	0

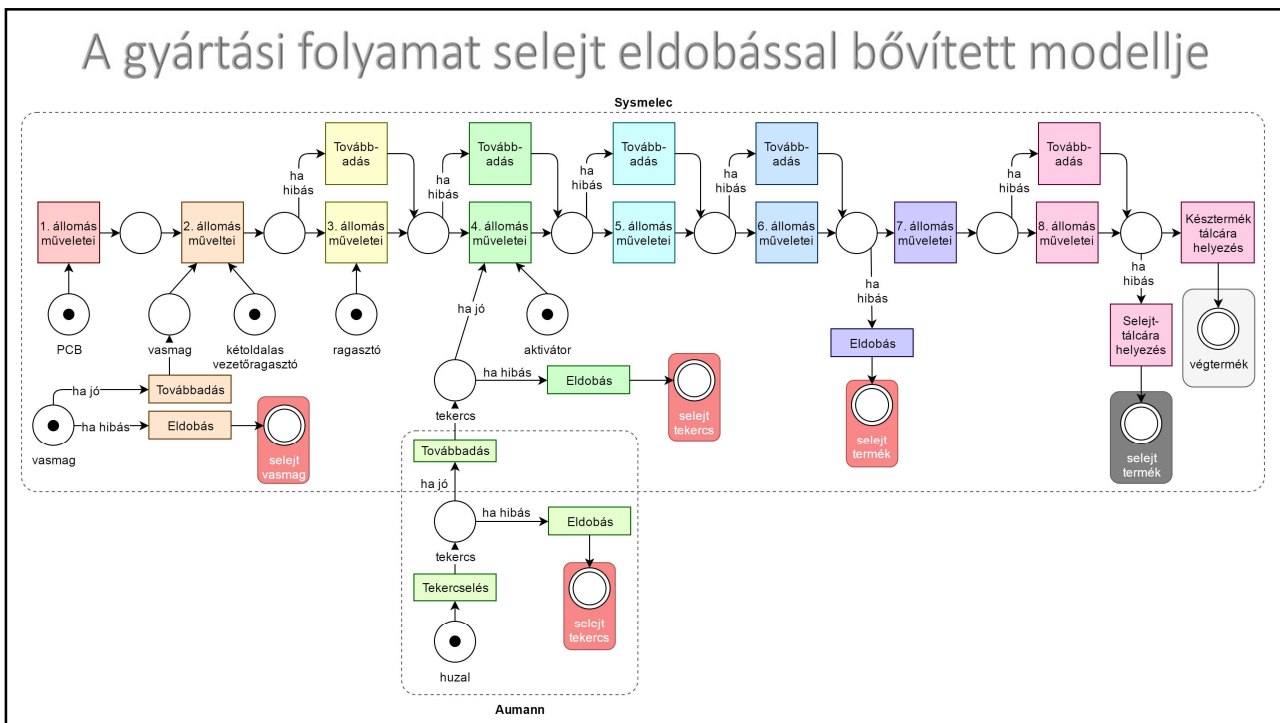


A fájlok keletkezésének a folyamata

A gyártási folyamat egyszerűsített modellje



A gyártási folyamat selejt eldobással bővített modellje



Hibakódok

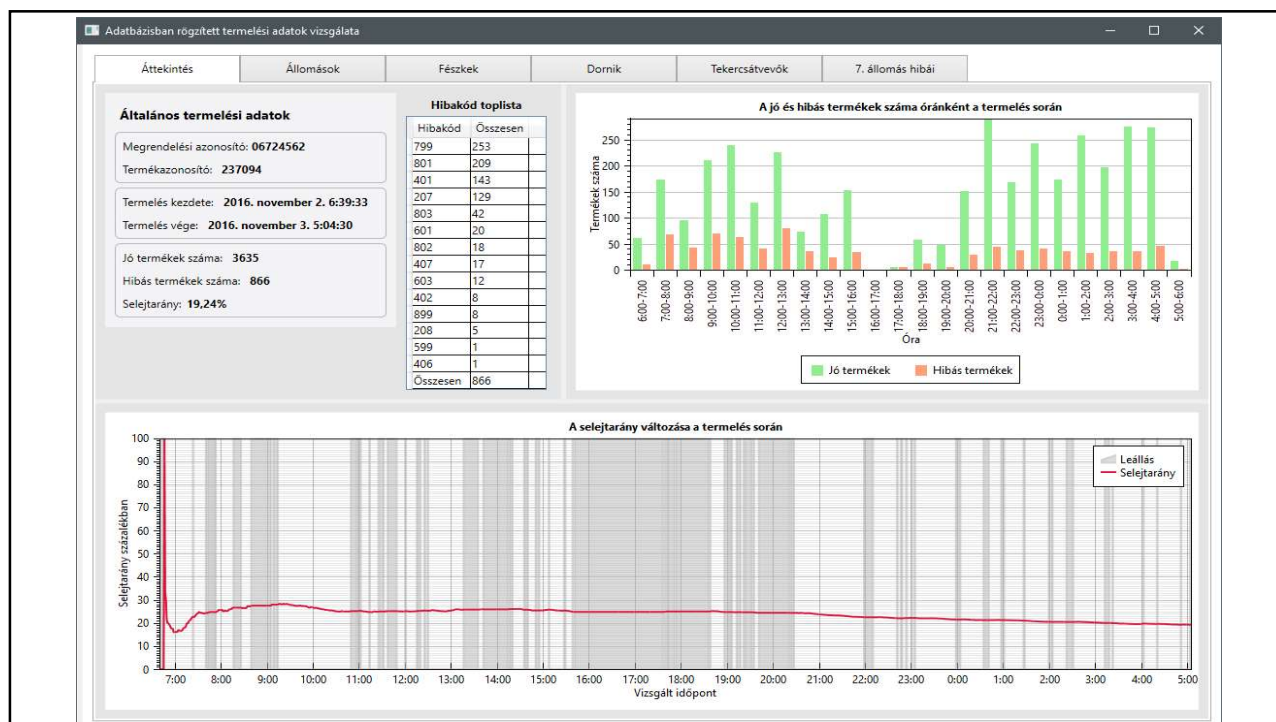
- A gyártási adatokat rögzítő rendszer minden termékhez rendel egy hibakódot.
- A jó termékek „0” jelölést kapnak, a hibás termékek pedig egy háromjegyű számot.
- Az első számjegy a hibafelmerülés helyét (állomás sorszámát) jelöli. Például: A 207-es hibakód jelentése: a 2. állomáson a 4-es kamera szerint a mérés nincs rendben.

Állomás	Hibakód	Hibakód magyarázat
-	0	Nincs hiba
1. állomás	199	Ismeretlen hiba az 1. állomáson
2. állomás	207	2. állomás, 4-es kamera, PCB mérés nincs rendben
	208	2. állomás, 4-es kamera, a vasmag a <u>PCB-n</u> mérés nincs rendben
	299	Ismeretlen hiba a 2. állomáson
3. állomás	302	3. állomás, alsó és felső mélységérték majdnem egyenlő
	303	3. állomás, ragasztó adagolási hiba
	399	Ismeretlen hiba az 3. állomáson
4. állomás	401	4. állomás, 2-es kamera, túl sok ragasztó
	402	4. állomás, 2-es kamera, túl kevés ragasztó
	405	4. állomás, 2-es kamera, a ragasztási pont nem jó
	406	4. állomás, 2-es kamera, a vasmag a <u>PCB-n</u> mérés nincs rendben
	407	4. állomás, a ragasztó túl régi

Milyen elemzési feladatok végezhetőek el első megközelítésben:

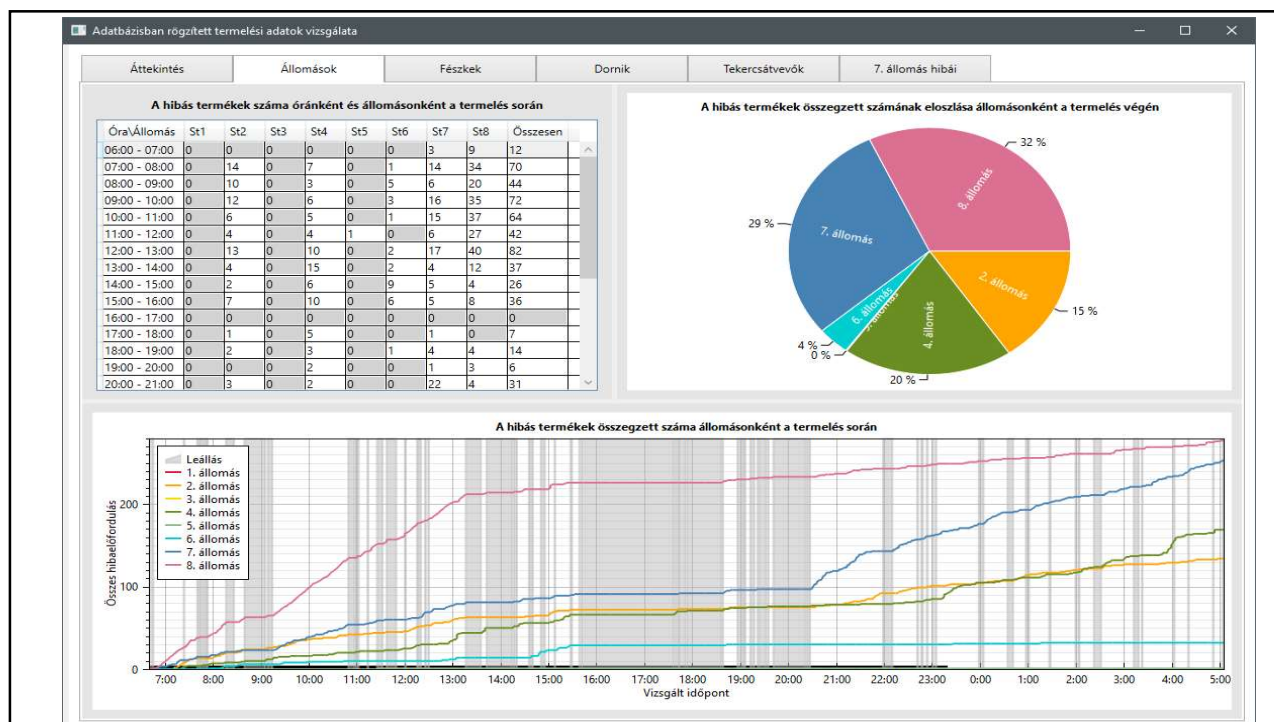
- **Áttekintés:** az általános termelési adatok mellett megmutatható a termelési folyamat alakulása
- **Állomások:** a hibás termékek alakulását mutathatjuk meg állomásonként különböző nézetből;
- **Fészkek** (ebben helyezkednek el a munkadarabok, miközben egy művelet végrehajtásra kerül): a jó és a hibás termékek fészkek közötti eloszlását mutathatja meg, amelyből következtetni lehet az egyes fészkek állapotára;
- **Dornik** (tekerceselő szerszám): a jó és a hibás termékek, valamint a hibás tekercesek dornik közötti megoszlását mutathatja meg, amelyből lehet következtetni a dornik állapotára;
- **Tekercsátvevők:** a hibás termékek, valamint a tekercsátvételi hibák tekercsátvevők közötti megoszlását mutathatja meg.

Hibakódolással kapcsolatban felmerülő kérdések	Komplett fájl által használt hibakódolás	Hibajegyzék által használt hibakódolás
Milyen rendszer használja a hibakódokat?	a gyártási folyamatot vezérlő rendszer használja	a gyártási folyamatától független rendszer használja
Milyen eredetű szoftver használja a hibakódokat?	külső programozó által fejlesztett szoftver	saját, belső fejlesztésű szoftver
Milyen céllal készítették a hibakódokat?	hibadetektálás és hibajavítás felgyorsítása érdekében készült	folyamatmérnökség kérésére készült
Hogyan készül a hibakódokat tartalmazó fájl?	program generálja	gépkezelő rögzíti
Mire használják a hibakódokat tartalmazó fájlokat?	statisztikai riportot készítenek belőle, amit a napi minőségi megbeszélésen hasznosítanak	kategóriánként számításokat végeznek vele, valamint az új rendszer megtervezésében nyújt segítséget
Milyen hibákat képes rögzíteni?	csak a gépsor érzékelő rendszere által érzékelhető, mérhető hibákat képes rögzíteni	minden olyan eseményt (hibát) képes rögzíteni, ami miatt a gyártási folyamat szünetelni kényszerülhet
Lehet-e bővíteni a hibalistát?	a gyártórendszer felépítéséből adódóan nincs lehetőség a bővítésre	van lehetőség a bővítésre
Mennyire megbízható, illetve pontos adatforrás?	megbízható, szinte mindig pontos adatforrás	nem megbízható, nem mindig pontos adatforrás



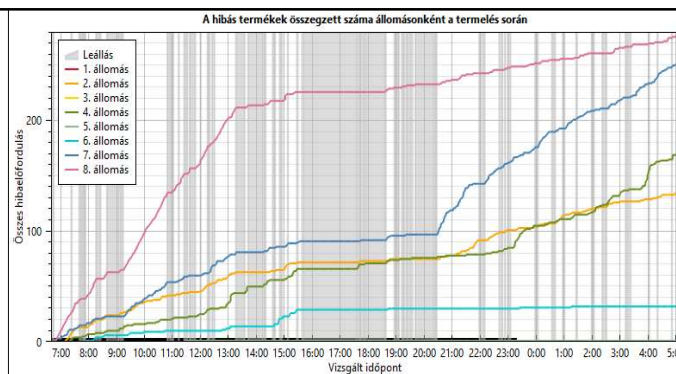
Kimutatások

- a termelés során mennyi és milyen típusú hiba fordult elő,
- mikor és milyen hosszban voltak szünetek, leállások,
- a termelési folyamat során előfordult hibák hibakódja és száma előfordulási gyakoriság alapján csökkenő sorrendbe megtalálható,
- az oszlopdiagram a legyártott jó és hibás termékek számát mutatja órákra lebontva, a zöld színű oszlopok a jó, a piros színű oszlopok a hibás termékek számát jelölik,
- a vonaldiagram percekre lebontva mutatja a selejtarány alakulását a termelés során, a selejtarány az összesen legyártott hibás termékek számának és az összesen legyártott termékek számának hányadosa,
- szürke háttérrel azok a percek vannak megjelölve, amikor nem jött le új termék a gépsorból, ha a szürke háttér szélesebb (tehát több mint néhány percig tartott), akkor valószínűleg leállás volt a termelési folyamatban.

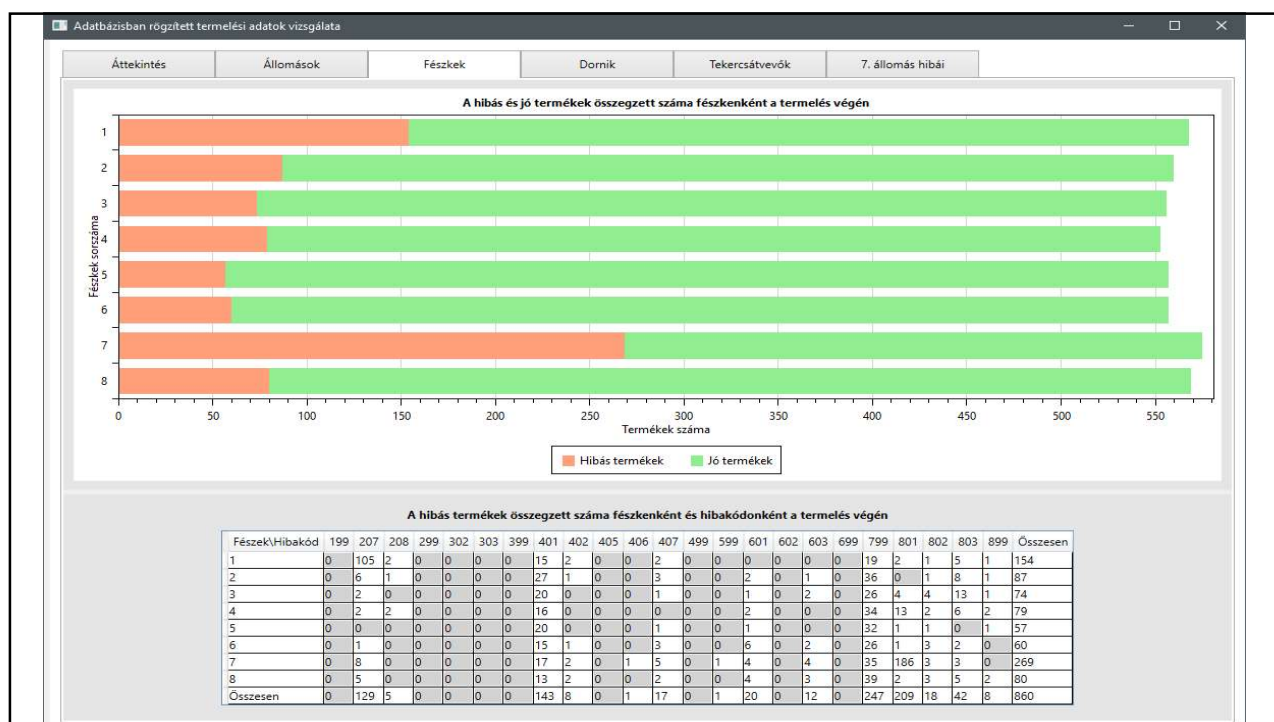


Az „Állomások” oldal

- a hibás termékek alakulását mutatja állomásokra bontva különböző időnézetből,
- melyik állomáson mikor milyen ütemben nőtt az összesen legyártott hibás termékek száma,
- Ha egy állomáson sok a hibás termék, az még nem feltétlenül jelenti azt, hogy a hiba forrása az adott állomáson van. Ilyenkor három lehetséges eset állhat fenn:
 - az állomás ellenőrző eszköze hibás,
 - az állomás műveletvégző eszköze hibás,
 - a termék hibás (az egyik részegysége, alapanyaga hibás)
- A három lehetséges eset közül csak az első kettő esetben van a hiba tényleges forrása az adott állomáson. A harmadik esetben a hiba forrása viszont máshonnan ered.
- Az állomáson levő eszközök okozta hiba detektálása nehéz. A minél jobb következtetések levonása érdekében javasolt előbb a többi elemzés elvégzése. Ha a többi kimutatásból nem lehet egyértelműen kikövetkeztetni a hibák lehetséges forrását, csak akkor valószínűsíthető, hogy az adott állomáson van a hiba.



- A vonal diagramból kiderül, hogy az egész termelési folyamat során (természetesen a leállásokat leszámítva) folyamatosan nőtt az állomásokon a hibás termékek száma. Ebből az a következtetés vonható le, hogy a hiba forrása az egész termelés során fennállt.
- Ha a termelési folyamat során kerülnének elvégzésre ugyanezek az elemzések, akkor még időben kideríthetővé válnának a hibák forrásai. A hiba hamarabb kerülhetne orvosolásra és így a hibaarányszám is alacsonyabbá válna.



A „fészek” oldal

- A fészek a termékek „ülőhelye”, amelyben a gyártás során utaznak állomásról állomásra, míg ki nem kerülnek a folyamatból.
- Az ellenőrzési fázisban lehetséges az az eset, hogy a mérési eredmények nem a termék, hanem a fészek állapota miatt lesznek rosszak.
- Fennállhat olyan állapot, hogy a jó termékeket a rendszer sorra nyilvánítja hibásnak, mert a kamera nem tudta rendesen felismerni a terméket a rossz állapotú fészek miatt.
- Kiszűrhető, hogy melyik fészek igényel tisztítást vagy egyéb karbantartási munkálatot. Ha egy hibakód lényegesen többször fordul elő egy adott fészkenél, mint a többinél, akkor a hiba forrása nagyeséllyel az adott fészek.

A „fészkek” oldal

- A grafikonon látszik, hogy a 7-es fészeknél lényegesen többször fordult elő valamilyen hiba, mint a többi fészeknél. A táblázatból az is kiderül, hogy ennek a látványos különbségnek a fő okozója a 801-es hibakód (8. állomáson a 2-es kamera mérési hibát jelzett). A hibakód a termelési folyamat során összesen 209-szer, a 7-es fészeknél pedig 186-szor fordult elő. Tehát a rendszer 89%-ban a 7-es fészeknél detektálta az említett hibát.
- A grafikonon még az 1-es fészeknél is látható a maradék hat fészektől való nagyobb fokú eltérés. A táblázatból leolvasható, hogy a 207-es hibakód (2. állomáson a PCB mérés nem volt rendben) az 1-es fészeknél lényegesen többször jelentkezett. A hibakód a termelési folyamat során összesen 129-szer, az 1-es fészeknél pedig 105-ször fordult elő. Tehát a rendszer 81%-ban a 1-es fészeknél detektálta az említett hibát.
- Mindkét esetben az arányszám olyan magas, hogy azt már nem lehet a véletlennek betudni. A hibák forrásai egyértelműen a fészkek voltak.



A „dornik” oldal

- A dornik (tekerceselőszerszámok) a tekerceselő gépsor által használt szerszámok a tekercesek elkészítéséhez.
- Kiszűrhető, hogy melyik dorni igényel karbantartást vagy súlyosabb esetben akár cserét is.
- Ha egy dornihoz lényegesen több hibás tekerces vagy hibás termék tartozik, mint a többi dornihoz, akkor a hiba forrása nagy eséllyel az adott dorni.