

KKUI, FEI, TU Košice

METODIKA MODELOVANIA MONTÁŽNYCH SYSTÉMOV VYUŽITÍM PETRIHO SIETÍ

Ing. Ján ILKOVIČ

Školiteľ: doc. Ing. Ján JADLOVSKÝ, CSc.

Ciele:

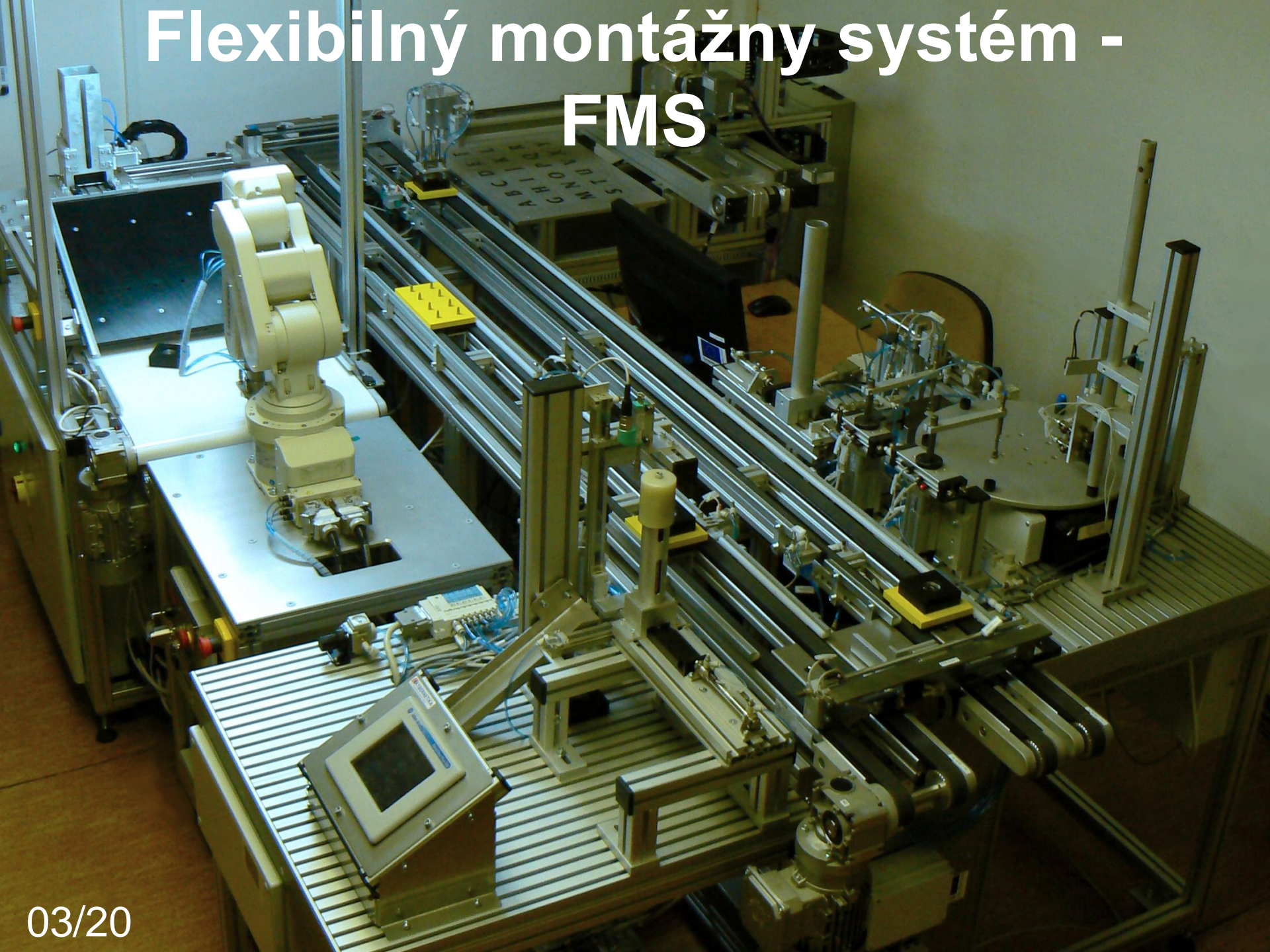
- Analýza aplikačných možností teórie rozšírených Petriho sietí
- Rozbor a popis reálneho montážneho systému z hľadiska toku materiálu
- Vytvorenie metodiky návrhu diskretného simulačného modelu
- Aplikácia navrhutej metodiky na reálny montážny systém

Teoretický základ

Jednoduché P-T Petriho siete (PS) a ich rozšírenia o:

- farbu: colset \rightarrow dátový typ (Farebné PS)
- hierarchiu (Hierarchické PS)
- prioritu (PS s prioritami)
- objekty (Objektové PS)
- čas (Časované PS)

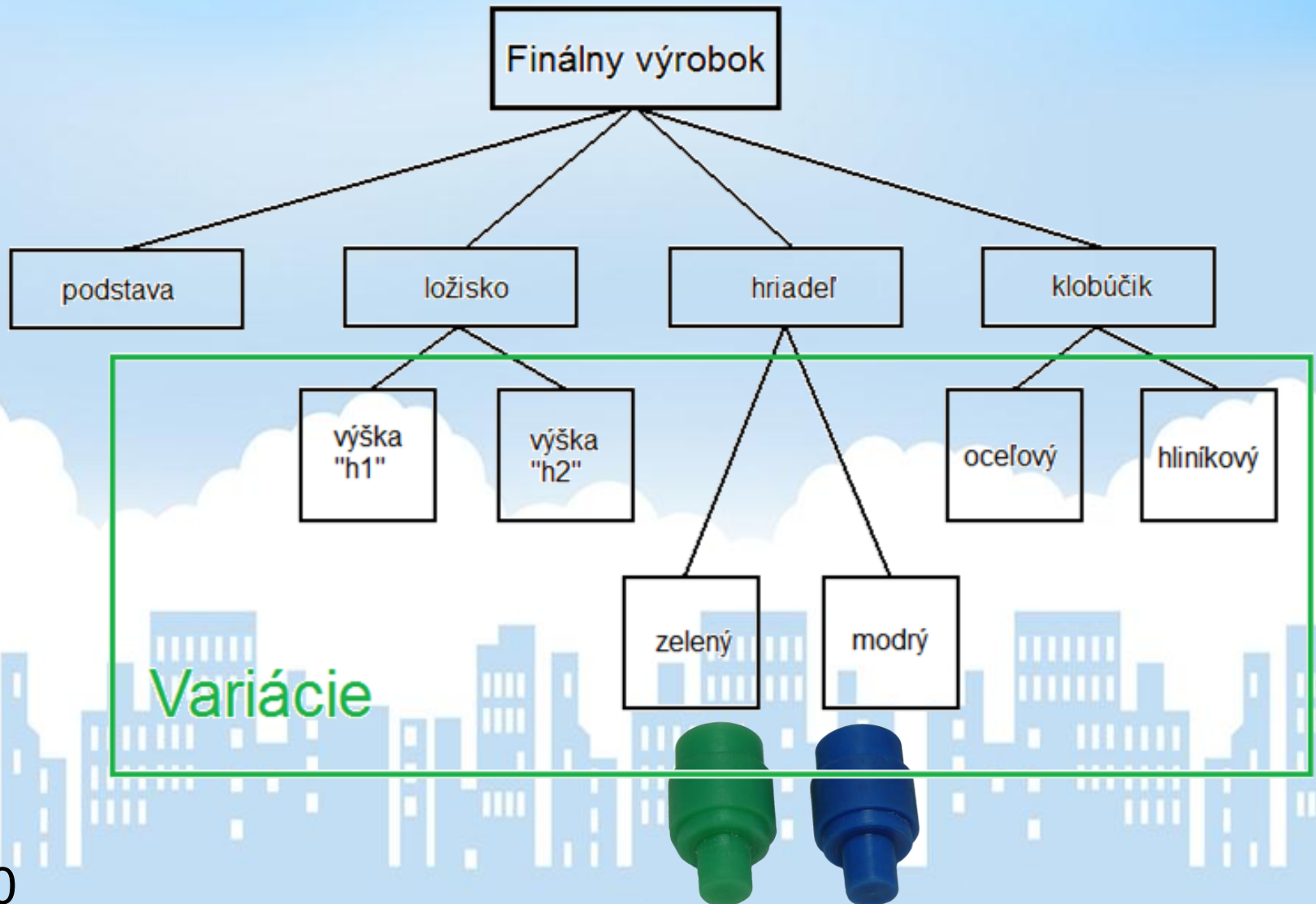
Flexibilní montážní systém - FMS



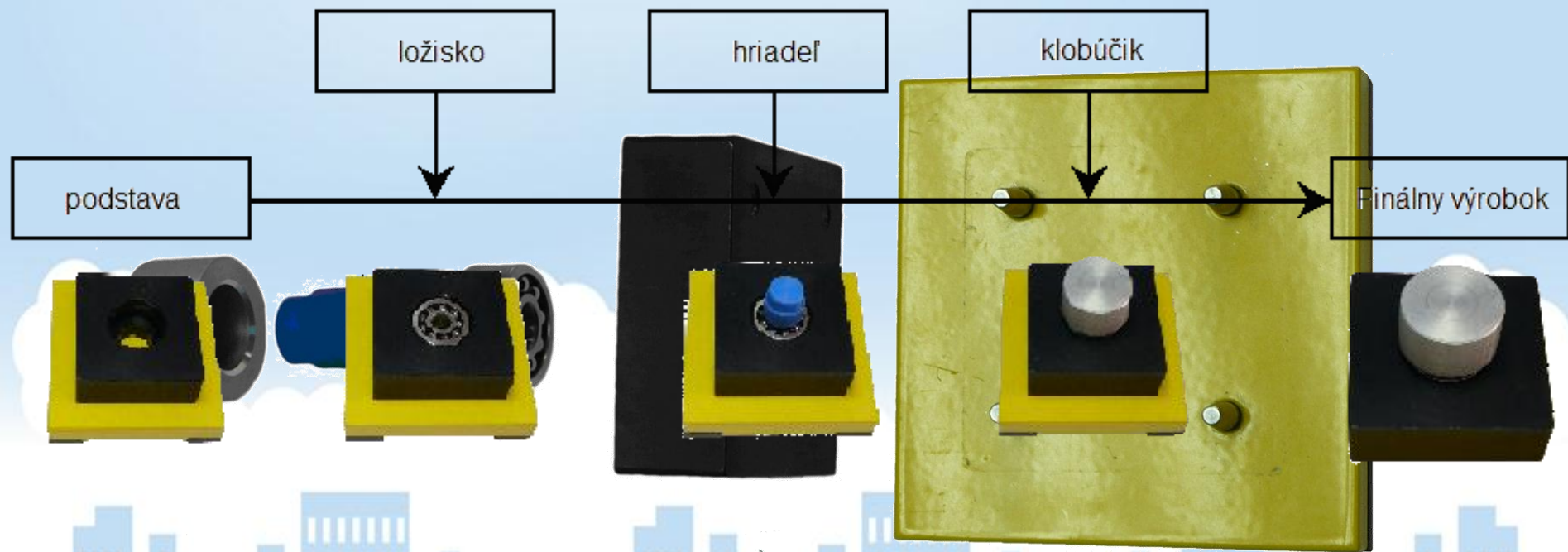
Výsledný výrobok



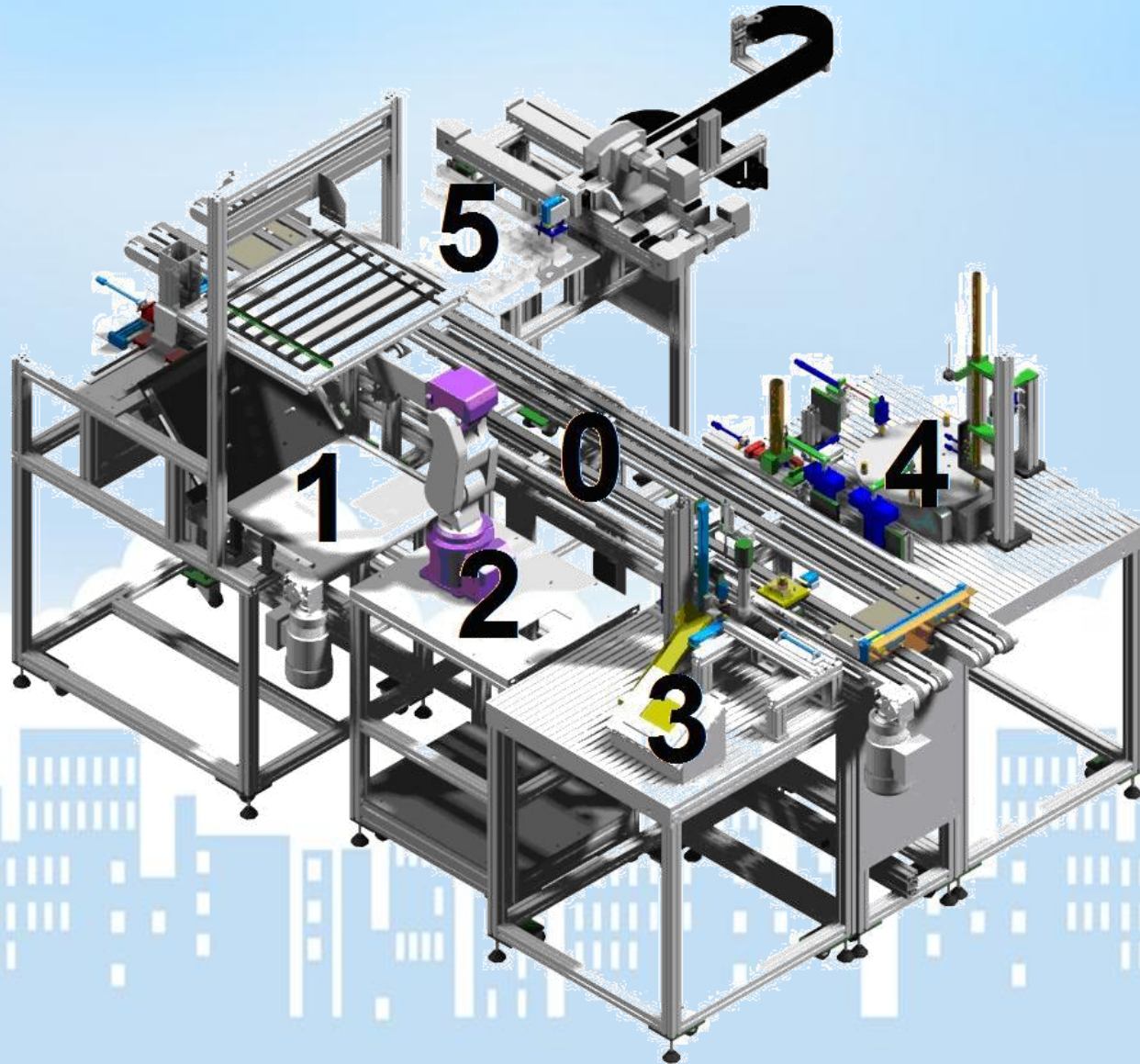
Štruktúrny kusovník



Montážny proces



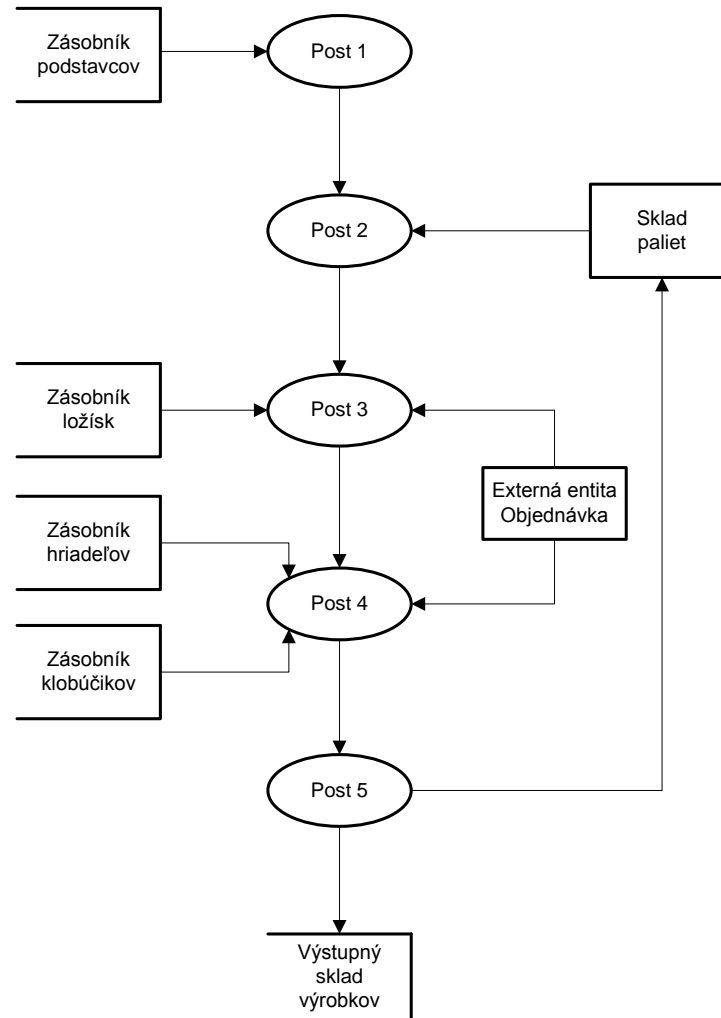
FMS – montážne posty



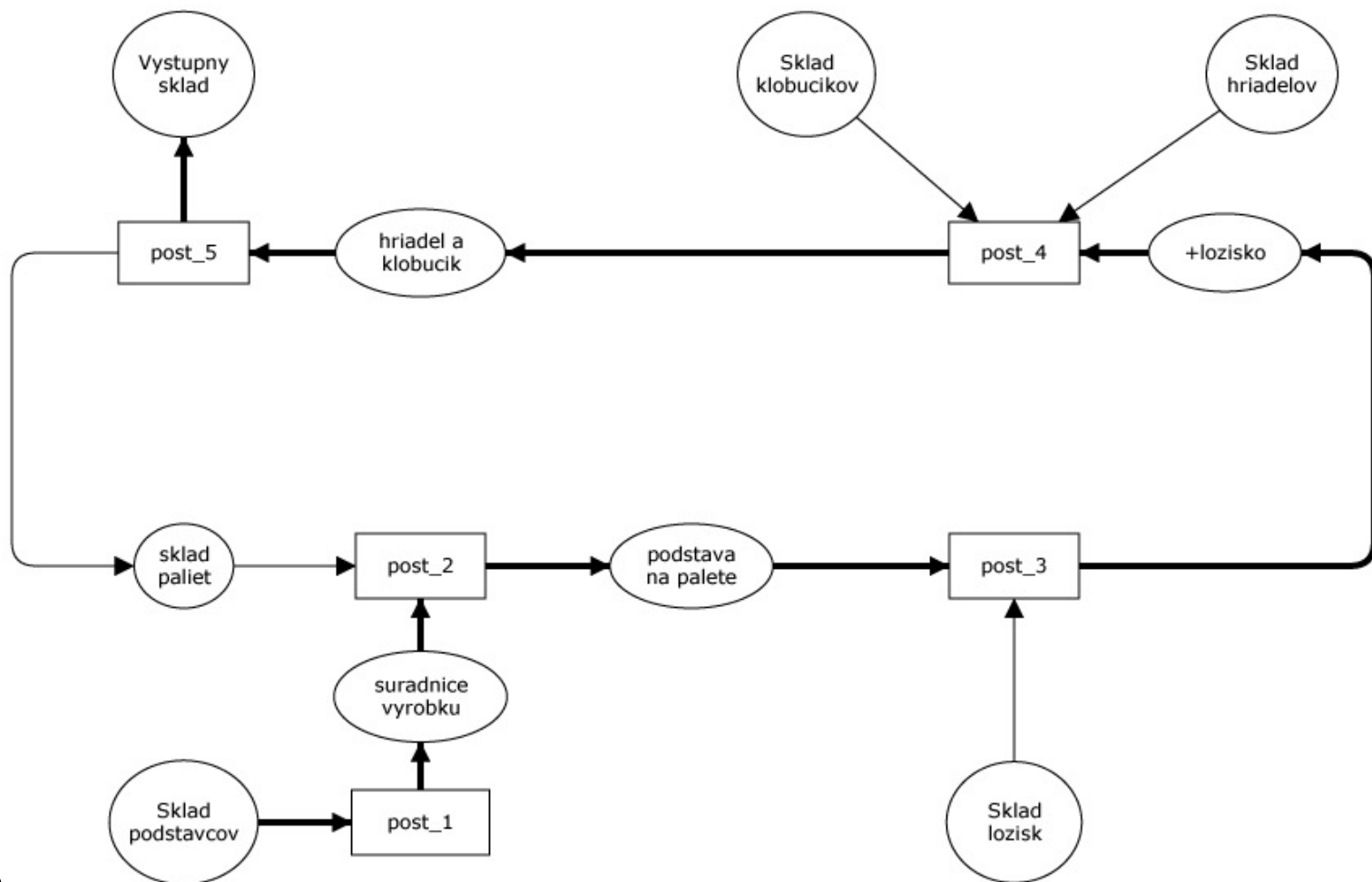
Metodika tvorby diskretného simulačného modelu

- Podporný simulačný nástroj pri projektovaní diskretných montážnych / výrobných systémov alebo reštrukturalizácii už existujúcich.
- Analýza materiálového toku a zostavenie jeho grafickej podoby – diagram materiálového toku.
- Zadefinovanie novej formy popisu materiálového toku systému: Stavovo – Udalostný Diagram
- Tvorba a simulácia modelu je realizovaná v prostredí nástroja CPN Tools.

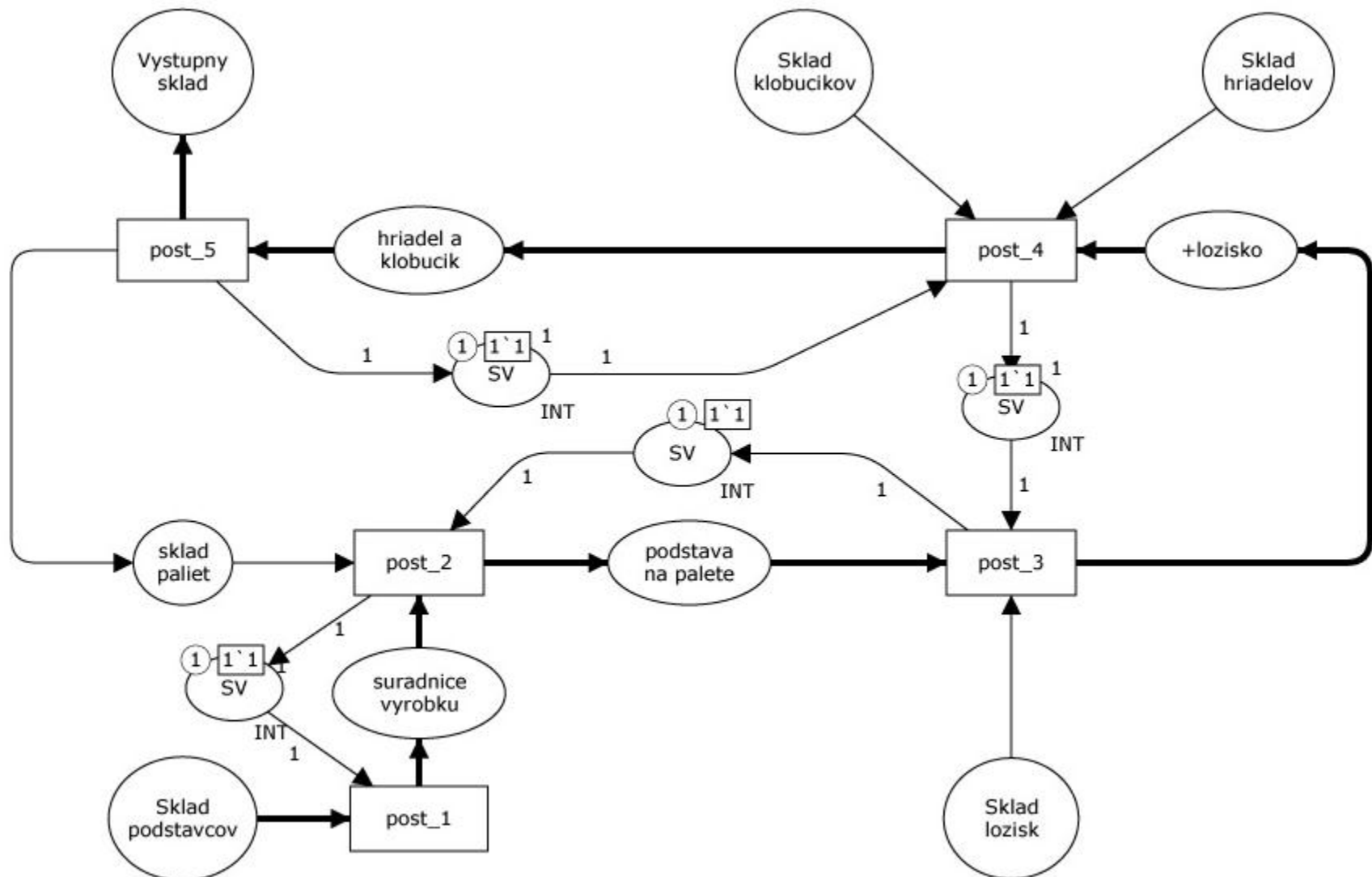
1. Diagram materiálového toku FMS



2. (3.) Stavovo - Udalostný diagram (neznačená PS)



4. Definovanie postupnosti operácií



5. Zoznam deklarácii:

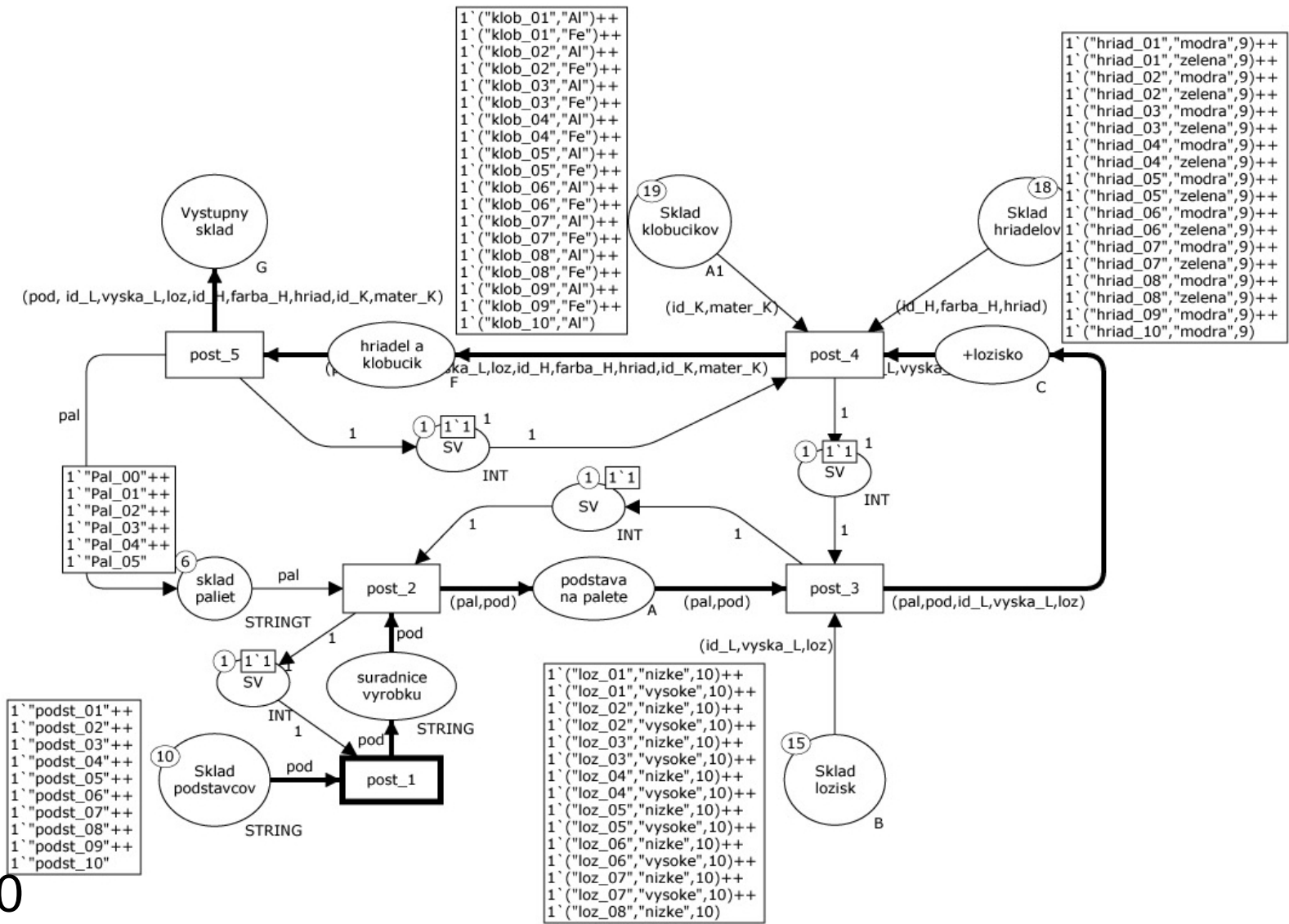
Colsety:

- colset **INT** = int;
- colset **STRING** = string;
- colset **A** = product STRING*STRING;
- colset **B** = product STRING*STRING*INT;
- colset **C** = product STRING*STRING*STRING*STRING*INT;
- colset **D** = product STRING*STRING*INT;
- colset **D1** = product STRING*STRING*INT*INT;
- colset **E** = product STRING*STRING*STRING*STRING*INT*STRING*STRING*INT;
- colset **F** = product
STRING*STRING*STRING*STRING*INT*STRING*STRING*INT*STRING*STRING;
- colset **G** = product
STRING*STRING*STRING*INT*STRING*STRING*INT*STRING*STRING;

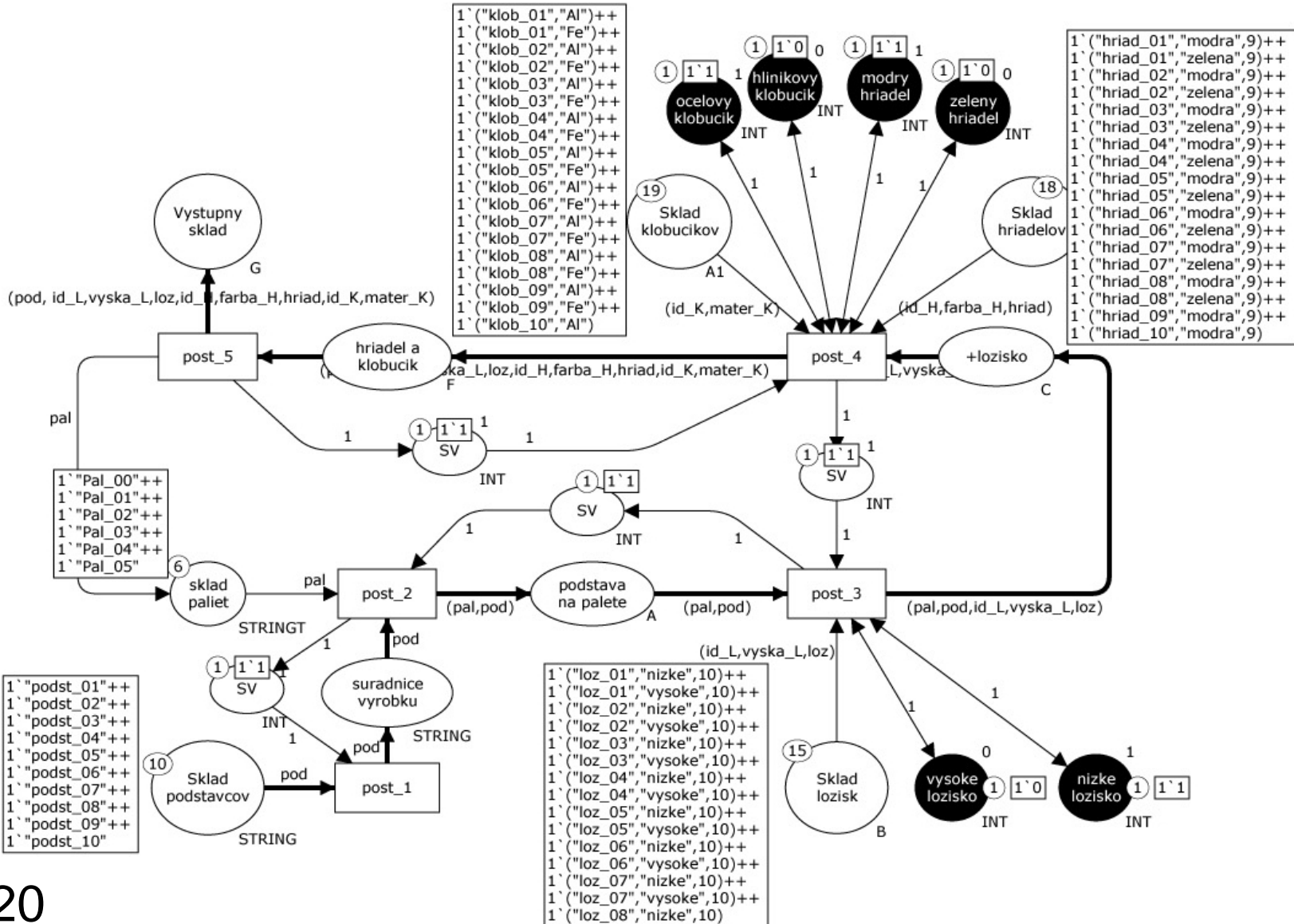
Premenné:

- var loz,hriad,e,posud,cas,ee: INT;
- var pod,pal,id_L, vyska_L,id_H,id_K,farba_H,mater_K: STRING;

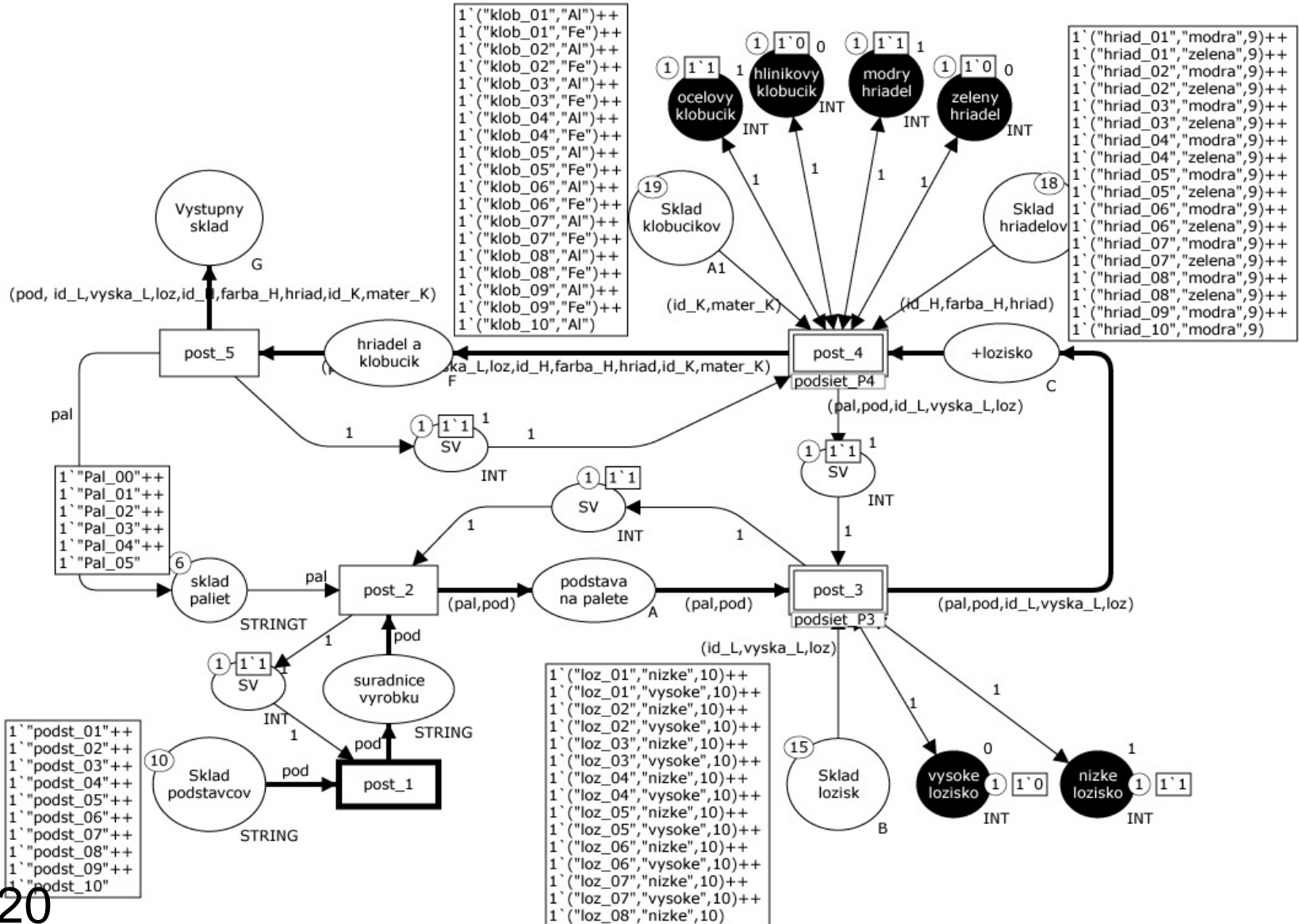
5. Značená Farebná Petriho sieť



6. Pripojenie externých vstupov



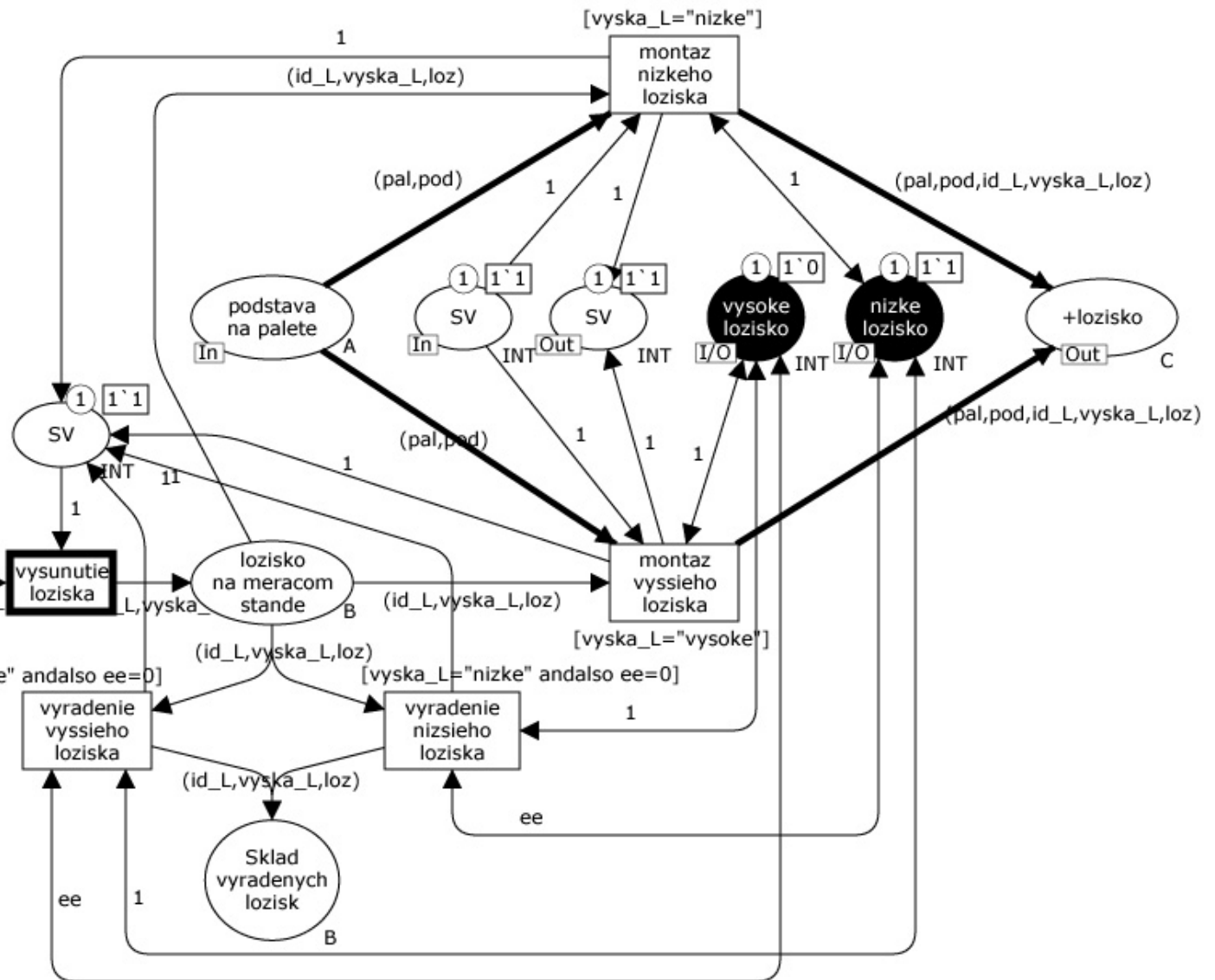
7. Hierarchizácia



8. Podsiet': Post 3

```

1`("loz_01","nizke",10)++
1`("loz_01","vysoke",10)++
1`("loz_02","nizke",10)++
1`("loz_02","vysoke",10)++
1`("loz_03","nizke",10)++
1`("loz_03","vysoke",10)++
1`("loz_04","nizke",10)++
1`("loz_04","vysoke",10)++
1`("loz_05","nizke",10)++
1`("loz_05","vysoke",10)++
1`("loz_06","nizke",10)++
1`("loz_06","vysoke",10)++
1`("loz_07","nizke",10)++
1`("loz_07","vysoke",10)++
1`("loz_08","nizke",10)
    
```

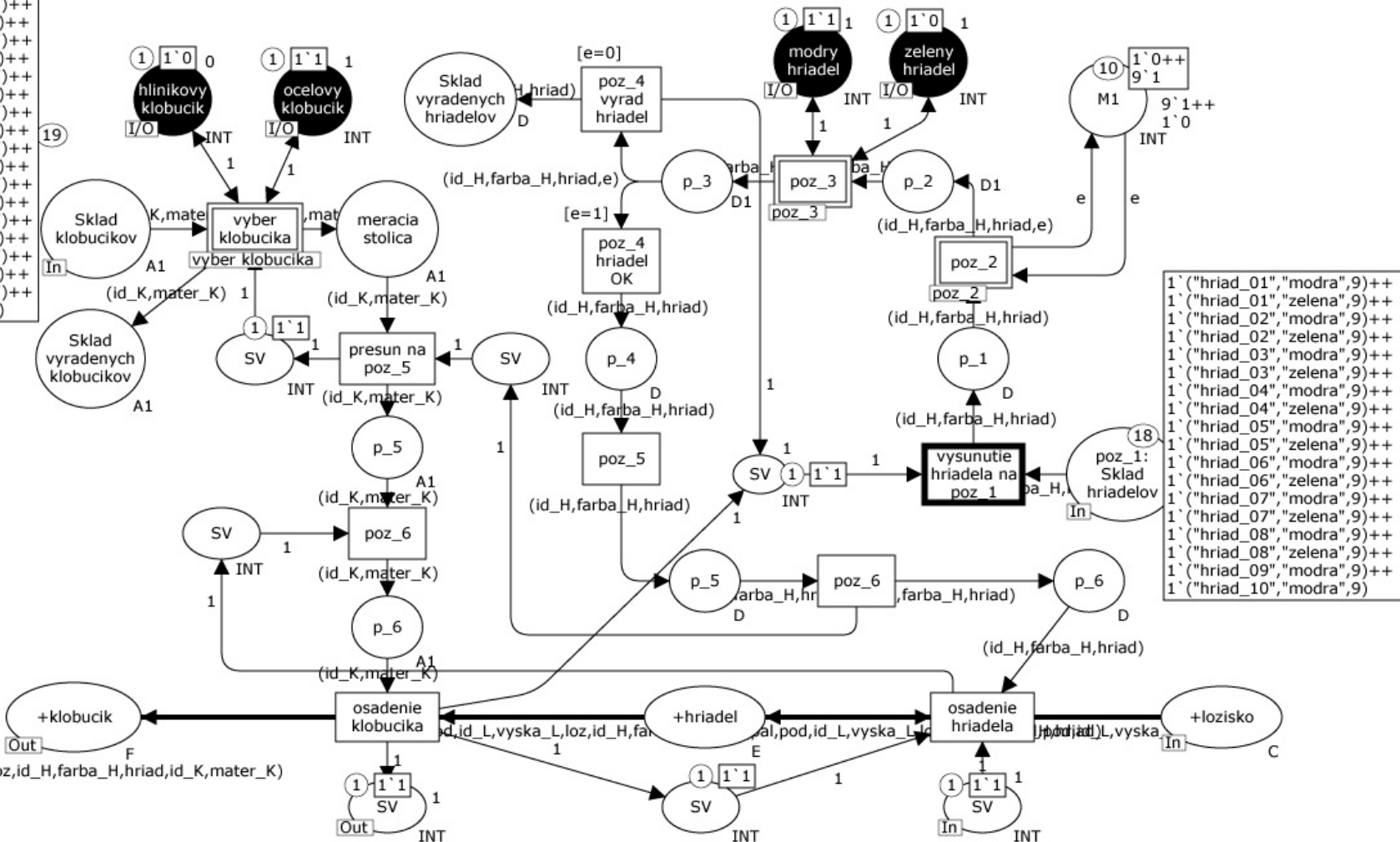


8. Podsieť: Post_4

```

1`("klob_01","Al")++
1`("klob_01","Fe")++
1`("klob_02","Al")++
1`("klob_02","Fe")++
1`("klob_03","Al")++
1`("klob_03","Fe")++
1`("klob_04","Al")++
1`("klob_04","Fe")++
1`("klob_05","Al")++
1`("klob_05","Fe")++
1`("klob_06","Al")++
1`("klob_06","Fe")++
1`("klob_07","Al")++
1`("klob_07","Fe")++
1`("klob_08","Al")++
1`("klob_08","Fe")++
1`("klob_09","Al")++
1`("klob_09","Fe")++
1`("klob_10","Al")

```

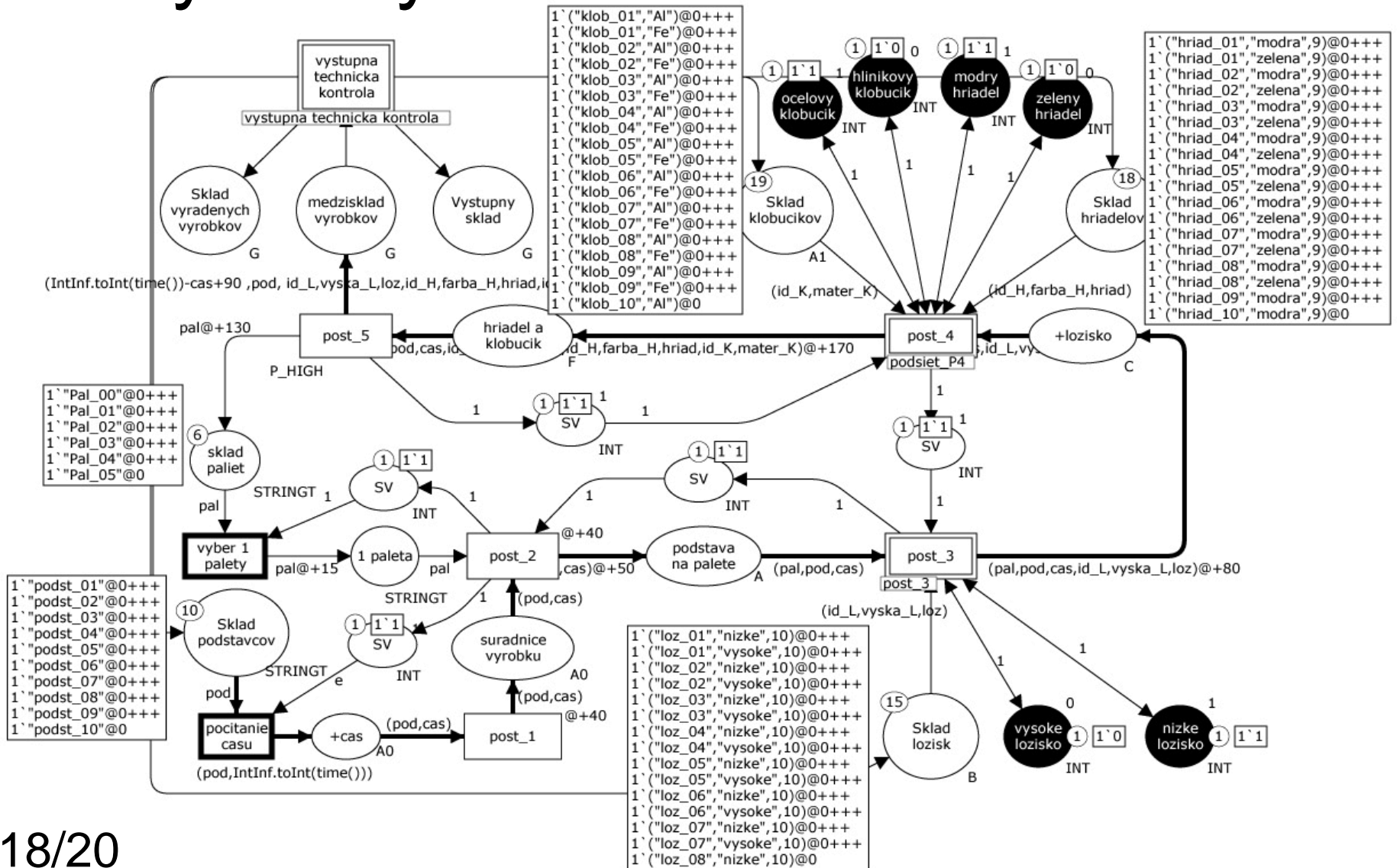


```

1`("hriad_01","modra",9)++
1`("hriad_01","zelen",9)++
1`("hriad_02","modra",9)++
1`("hriad_02","zelen",9)++
1`("hriad_03","modra",9)++
1`("hriad_03","zelen",9)++
1`("hriad_04","modra",9)++
1`("hriad_04","zelen",9)++
1`("hriad_05","modra",9)++
1`("hriad_05","zelen",9)++
1`("hriad_06","modra",9)++
1`("hriad_06","zelen",9)++
1`("hriad_07","modra",9)++
1`("hriad_07","zelen",9)++
1`("hriad_08","modra",9)++
1`("hriad_08","zelen",9)++
1`("hriad_09","modra",9)++
1`("hriad_09","zelen",9)++
1`("hriad_10","modra",9)

```

9. Výsledný model časovo ohodnotíme



Popis metodiky tvorby modelu v krokoch:

1. **Diagram materiálového toku**
2. **Stavovo – Udalostný diagram**
3. **Neznačená PS**
4. **Definovanie postupnosti operácii procesu - vytvorenie spätno - väzobných objektov**
5. **Značenie modelu PS tokenmi - „vyfarbenie“ modelu PS - deklarácie colsetov a premenných**
6. **Pripojenie externých vstupov k modelu**
7. **Hierarchizácia modelu - vytvorenie podsietí**
8. **Detailné rozpracovanie operácií v rámci podsietí a finalizácia logickej časti modelu**
9. **Implementácia času do modelu**

Zhrnutie výsledkov DzP:

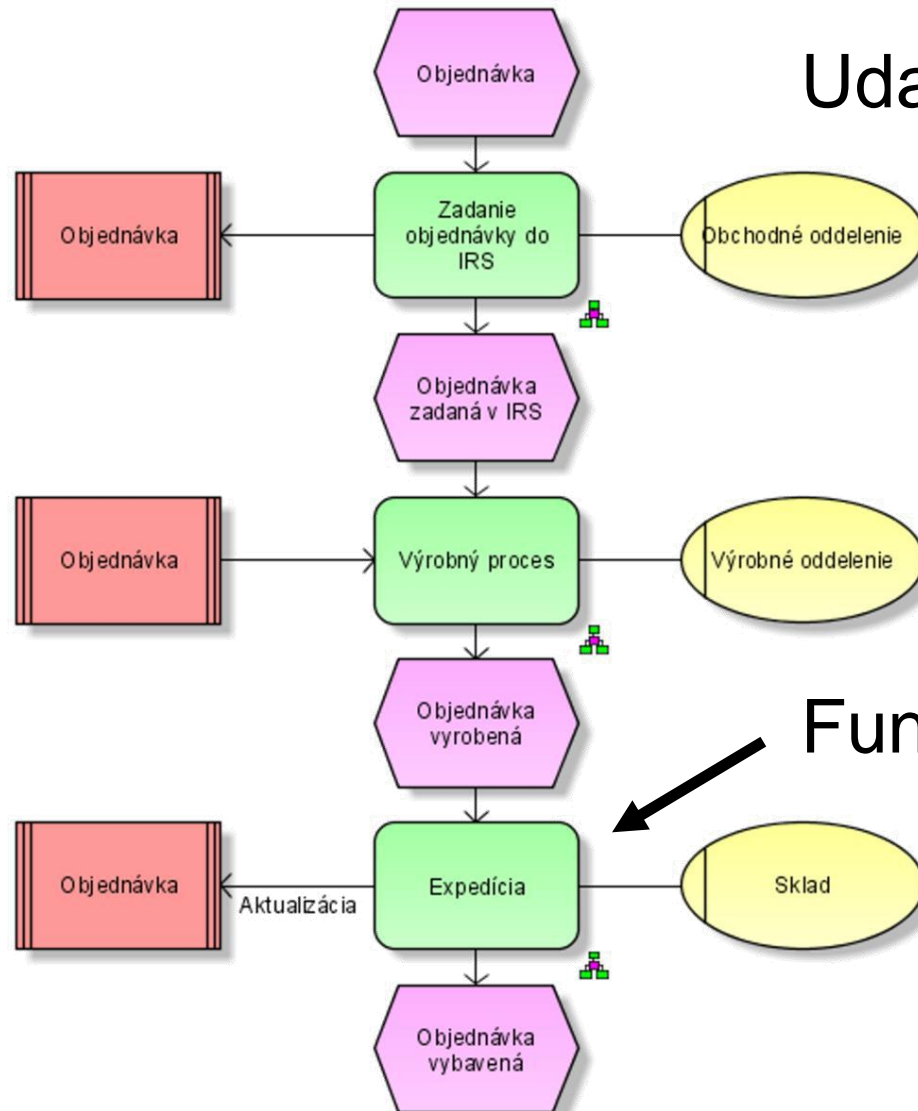
- Teoretický rozbor a aplikačné možnosti rozšírených Petriho sietí
- Popis a rozbor materiálového toku FMS
- Aplikačné nasadenie PS pri tvorbe simulačného modelu reálneho diskretného systému FMS
- Simulačné testovanie vytvoreného modelu
- Spracovanie metodiky návrhu diskretného modelu montážnych / výrobných systémov

THE

END

3. EPC ics (Event – Driven Process Chain for Information Control System) Diagram

Zdrojový objekt



Udalosť

Organizačná jednotka

Funkcia

1. Prínosy simulačných modelov:

- Predpokladanie správania sa systému
- Podporu rozhodovania pri vytváraní nových alebo analýze existujúcich systémov (výber optim. riešenia)
- Lepšie pochopenie fungovania systému a jeho vylepšovanie (aj pri zmene požiadaviek na výrobu)
- Zlepšenie parametrov:
 - **Flexibilita**
 - **Priebežná doba výroby výrobku**
 - **Kapacitné požiadavky**
 - **Využitie zdrojov (zariadenia, personál a pod.)**
 - **Návratnosť investícií**
 - **Úzke miesta výroby / montáže**
 - **Čas nečinnosti zariadení**
 - **Odstránenie zbytočného predimenzovania / nesprávneho návrhu**
 - **atď.**

2. Ďalší vývoj a aplikácia modelovacích metód pre projektovanie

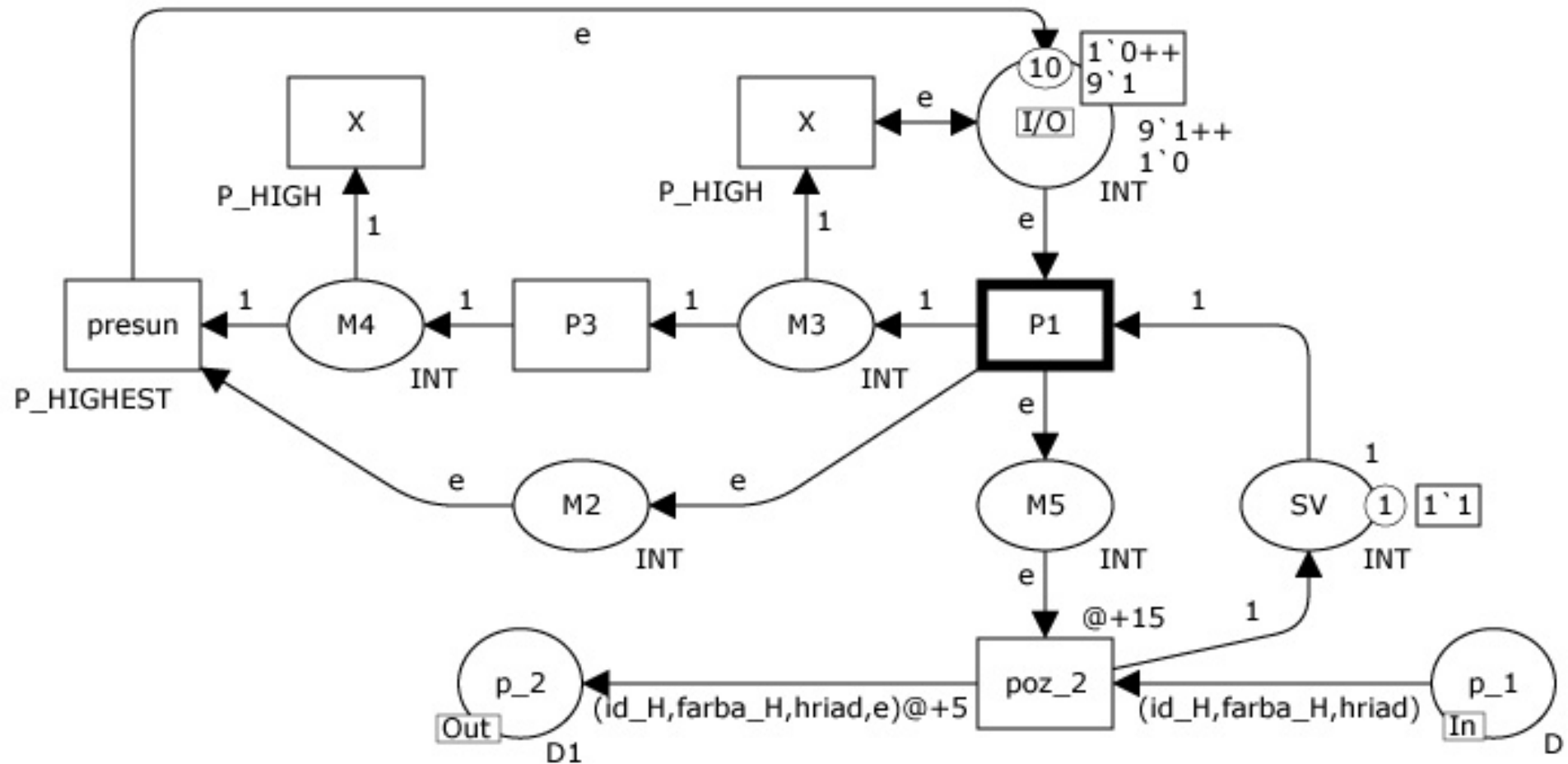
- Rozvoj CIM (CAD, CAP, CAQ, ...)
- Modulová výroba - stavebnicovosť
- Flexibilná výroba
- Agilná výroba
- Učiace sa systémy

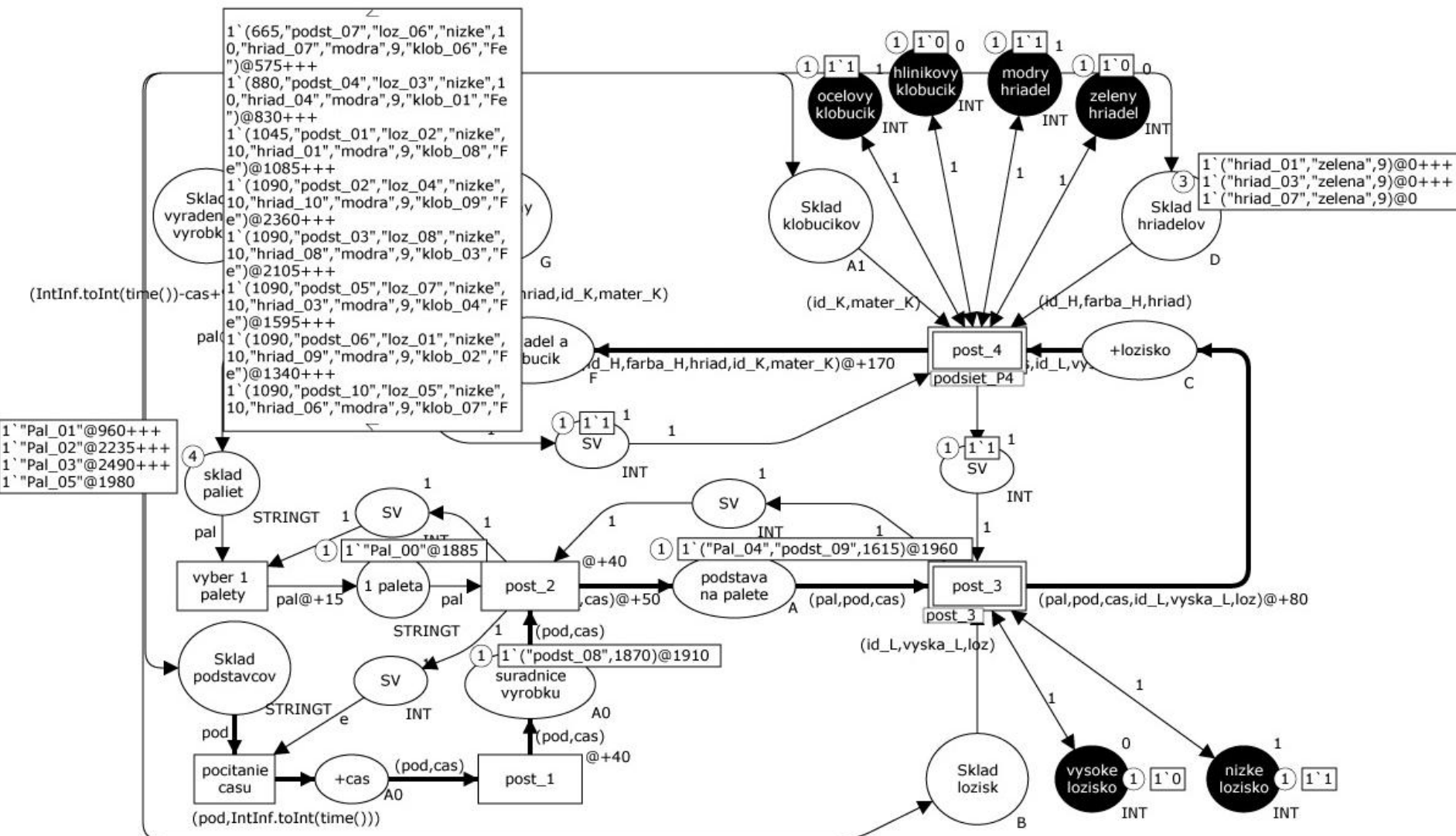


3. Porovnanie vhodnosti komerčných SW simulačných systémov

- Integrované systémy:
 - **WITNESS** - simulácia výrobných, obslužných a logistických procesov; vytváranie štatistík
 - **eM-Plan** výhoda: rýchla stavba modelu a možnosť “on-line” zmien
 - **ARENA** najpoužívanejší integrovaný grafický nástroj
- Účelové systémy:
 - **Factor/AIM** produkt pre plánovanie a analýzu výrobných a logistických systémov . Umožňuje plánovanie, analýzu úzkych miest, manipulácie s materiálom, plánovanie kapacít, rôzne štúdie nákladov, priepustnosti ...
 - **Kitz** pomáha pri výbere lineárnych vedení, dopravníkov a ochranných prostriedkov
 - **3D CAD knižnica firmy MayTec** plug-in do Autodesk Mechanical Desktop; podporuje 3D parametrické konštruovanie ako aj kompletne automatizované vytváranie kusovníkov zostáv a výpočty
 - Robotizované pracoviská: **Kuka Sim, Fanuc SimPRO, ...**

Implementácia náhodného deja





Aplikačná podpora PS

CPN Tools

- Nástroj pre editáciu, simuláciu a analyzovanie rozšírených PS
- Licen. politika: Open source [cpntools.org]
- Podpora OS Windows, Mac OS and Linux
- Pokračujúci vývoj (už od roku 2000)
- Rozsiahla podpora (manuály, návody, videá)

Aplikačná podpora PS

- Matlab – **Petri Net Toolbox** - podpora časovaných, či stochastických PS a ich analýza
- **Petri.NET simulator** - ponúka prepojenie grafického editora s ďalším vývojovým nástrojom, či komunikáciu s externou aplikáciou (Petri.NET simulator + Python + OPC server)
- Základný editor a simulátor jednoduchých P-T PS:
 - **PEtriTool**
 - **Netlab**
 - **Petri Net Simulator**
 - **Tina**

Analýza parametrov výrobných systémov

- Zonárne výpočty
- Kapacitné výpočty
- Časové parametre
- Finančné analýzy
- Rozhodovacie procesy – výber optimálneho riešenia



Flexibilita

- PVS musí obsahovať aspoň jeden typ flexibility
- 8 druhov flexibility:
 - *Strojová (výrobné zariadenie) flexibilita*
 - *Flexibilita výrobného procesu*
 - *Flexibilita produktu alebo výrobku*
 - *Flexibilita technologickej cesty*
 - *Flexibilita výrobného objemu*
 - *Flexibilita rozširovateľnosti výrobného systému*
 - *Flexibilita prevádzky*
 - *Výrobná flexibilita*