

MASARYKOVA UNIVERZITA V BRNĚ
EKONOMICKO-SPRÁVNÍ FAKULTA



Seminární práce

Téma:

Síťové diagramy,
Ganttovy diagramy

Vypracovali:
Šilhánek Jiří
Homolka Tomáš

BRNO
2005

OBSAH:

1. Harmonogramy	1
2. Cyklogramy	1
3. Síťové diagramy	3
3.1 Metoda MPM	5
3.2 Metoda CPM	5
3.3 Metoda PERT	7
3.4 Ganttovy diagramy	8
4. Příklad – síťový graf – Výstavba výrobní haly	9
5. Seznam příloh	10
6. Seznam vyobrazení	10
7. Seznam použité literatury a zdrojů	11

Grafické metody plánování

Počátky rozvoje metod analýzy sítí, jak je v současnosti tato oblast exaktních metod řízení označována, lze datovat do 50 let minulého století. V této době autoři Walker a Kelly řešili problém zlepšení úrovně řízení generálních oprav složitých zařízení v chemickém průmyslu a navrhli metody, jejichž už první aplikace znamenaly podstatné zkrácení řízených akcí, snížení nákladů, dokonalou organizaci práce a koordinaci všech partnerů, kteří se na realizaci akce podíleli. Téměř ve stejné době dospěla skupina pracovníků vedená B. Royem k podobné metodologii.

V současné době jsou tyto metody rozšířeny do mnoha oblastí lidské činnosti. Staly se standardní metodou řízení velkých staveb, používají se při organizaci, lze je najít při řízení konferencí apod.

Společným rysem akcí, pro jejichž řízení jsou popisované metody vhodné je potřeba řídit velké množství činností, které na sebe věcně, technologicky a tedy i časově navazují.

Soubor činností je obvykle nazýván jako **projekt**. Hlavní podmínkou je že akce tvořící projekt musejí být časově a věcně ohraničené.

Mezi tyto metody patří:

1. harmonogramy,
2. cyklogramy,
3. síťové diagramy.

1. Harmonogramy

Harmonogramy umožňují řadit plánované činnosti do jedné časové osy. Podávají informaci o době trvání plánovaných činností, termínech zahájení a ukončení a také o jejich celkovém počtu. Hlavní výhodou harmonogramů je jejich jednoduchost a přehlednost. Nevýhodou je že neumožňují sledovat jednotlivé činnosti v prostoru a v jejich vzájemných souvislostech.

činnost	čas					
A						
B						
C						

Legenda:

-  plánováno
-  splněno

2. Cyklogramy

Cyklogramy umožňují plánování činností nejen v čase ale i prostoru. Z cyklogramu je možné zjistit, kde se v určitém časovém období nachází kterákoliv skupina provádějící plánované činnosti. Tato vlastnost cyklogramů umožňuje důkladnější promýšlení sledu plánovaných činností, účelné stanovování přestávek a složení pracovních skupin.

Cyklogram člení plánované činnosti na **záběry** a **takty**.

Záběr je definován jako logicky resp. technologicky uspořádaný dílčí celek celého plánovaného procesu. Čas ve kterém se plánuje je členěn na **takty**. Takt je doba trvání práce na jednom záběru.

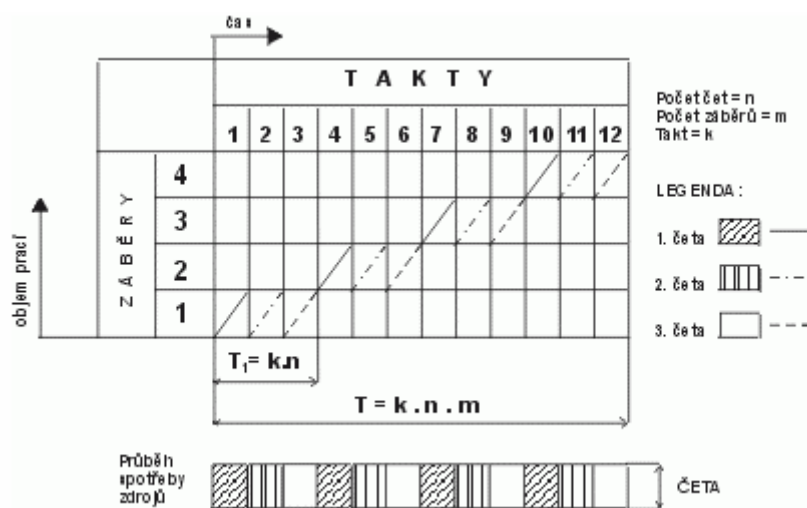
Takto definované základní prvky cyklogramu umožňují detailní plánování činností různými metodami organizace práce. Mezi nejčastěji používané patří:

- a. postupná,
- b. souběžná,
- c. proudová

2.1 Cyklogram pro postupnou metodu se používá v případech, kdy se plánují činnosti, které nelze, vzhledem k podmínkám na pracovišti, provádět současně na více záběrech.

Př:

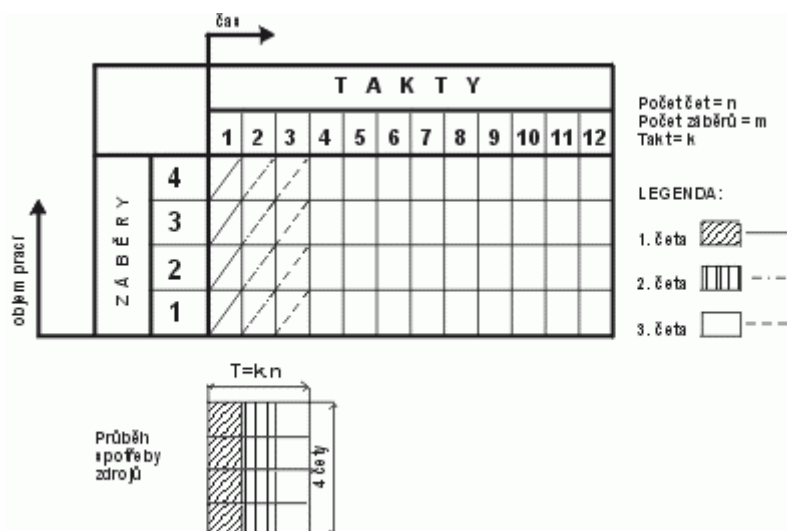
Příkladem takového plánování je prorážení tunelu. Na čele tunelu může pracovat pouze jedna z pracovních čet – četami jsou v tomto případě střelmistři, minéři, četa odklízející horninu. Nároky na pracovní síly jsou sice plynulé avšak musí docházet ke střídání.



Cyklogram pro souběžnou metodu se využívá v případech, kdy je k dispozici dostatek potřebných pracovních kapacit a kdy je možné pracovat současně na všech záběrech.

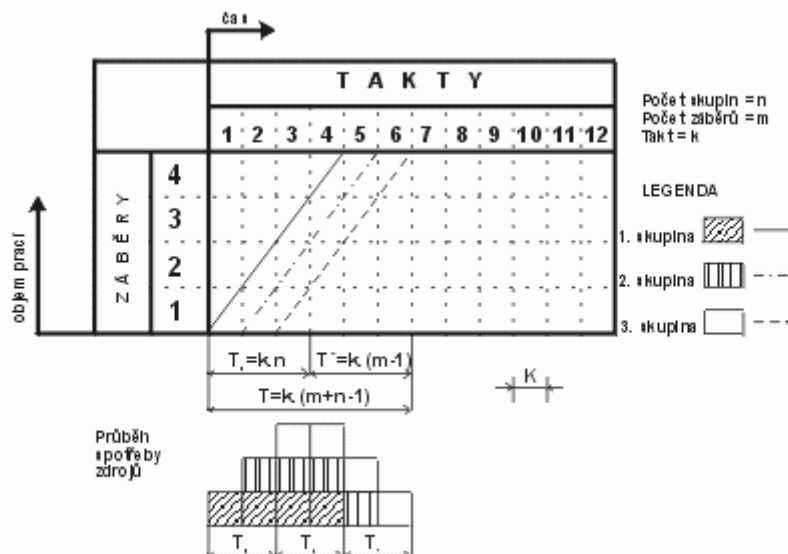
Př:

Jako příklad je možné uvést výstavbu komunikace kde jedna skupina provádí hrubé zemní práce, druhá skupina upravuje terén a třetí skupina provádí konečnou úpravu povrchu.



Cyklogram pro proudovou metodu se používá tam, kde je možnost současné práce na více záběrech různě specializovanými skupinami a je dostatečně velký počet opakujících se činností. Při proudové metodě se rozlišují jednotlivá stadia:

- doba rozvinutí proudu
- doba ustálení proudu
- doba zužování proudu



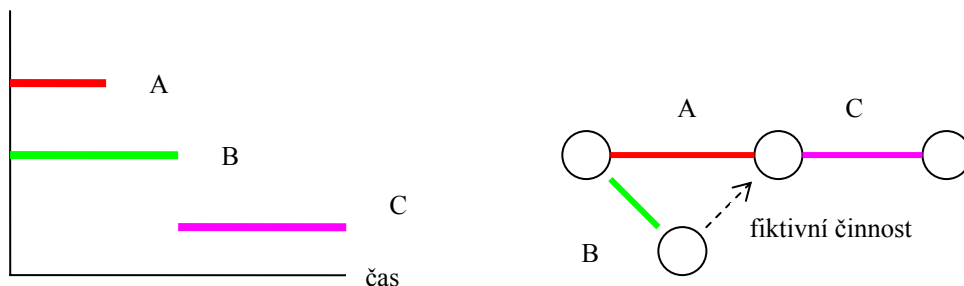
3. Síťové diagramy

Jsou modernější plánovací technikou, která zobrazuje rovněž postup plánovaných činností, sice ne v časovém měřítku jako harmonogram, ale včetně vzájemných vazeb a především umožňuje zjistit časové rezervy.

Základním prvkem síťového grafu je spojnice mezi dvěma uzly, která reprezentuje určitou činnost a uzly představují zahájení a ukončení činnosti v čase. Z hlediska vzájemných vazeb činností v síti je uzel ukončení předcházející činnosti současně uzlem zahájení následující činnosti. Pokud máme k dispozici seznam činností s údaji, které činnosti musejí předcházet, není nakreslení síťového grafu obtížné, stačí postupovat podle pravidel:

- síťový graf musí mít jeden výchozí a jeden koncový uzel;
- každému uzlu (s výjimkou výchozího uzlu) musí předcházet alespoň jedna činnost;
- po každém uzlu (s výjimkou koncového uzlu) musí následovat alespoň jedna činnost;
- kterékoliv dva uzly smí spojovat jenom jedna činnost;
- orientace spojnic v síti je řešena šipkami nebo vzestupným číslováním uzlů;
- k vyjádření vazeb lze použít fiktivní činnost, která nespotřebovává čas ani zdroje.

Úlohu síťového grafu přiblíží srovnání s harmonogramem (totožné činnosti, navíc ale podmínka, že zahájení činnosti C vyžaduje ukončení činností A i B - tedy nikoliv jejich současné zahájení jak je znázorněno v harmonogramu), **zásadní rozdíl: harmonogram je zobrazení v čase, síťový graf v souvislostech.**



Základními prvky síťového grafu jsou:

Činnost – jde o ucelenou část projektu, která je rozvinuta v čase a spotřebovává určitou kapacitu. Činnost se v síťovém grafu znázorňuje orientovanou úsečkou se šipkou ve směru svého vývoje. Každá činnost je vymezena svým počátečním a koncovým uzlem.

Uzel – je znázorněním události, která musí nastat jako jedna z nutných podmínek uskutečnění projektu. Např. dokončení terénních úprav je podmínkou zahájení stavby. Důležitou zásadou je podmínka, podle které nesmí žádná činnost z uzlu vystupující být zahájena dříve než jsou ukončeny všechny činnosti, které v daném uzlu končí – činnosti do uzlu vstupující.

Každý síťový graf projektu pak má dva významné uzly:

- **počáteční**, kterému žádná činnost nepředchází (nevstupuje do něho),
- **koncový**, ze kterého žádná činnost nevystupuje.

Fiktivní činnost – vyjadřuje nějakou závislost nebo podmínku realizace další činnosti nebo skupiny činností. Protože nedochází ke spotřebě ani času ani prostředků tak se tato činnost odlišuje od ostatních *přerušovanou čarou*.

Síťové diagramy mají různé formy. Často jsou členěny do tří základních skupin:

1. Síť postupových uzlů – uspořádávají činnosti do uzlů (Metoda MPM)
2. Síť postupových šipek – seřazují činnosti pomocí šipek (např. metoda CPM)
3. síť událostních uzlů – uspořádávají události do uzlů (např. metoda PERT)

Pomocí těchto a dalších nezmíněných technik síťových grafů je možno:

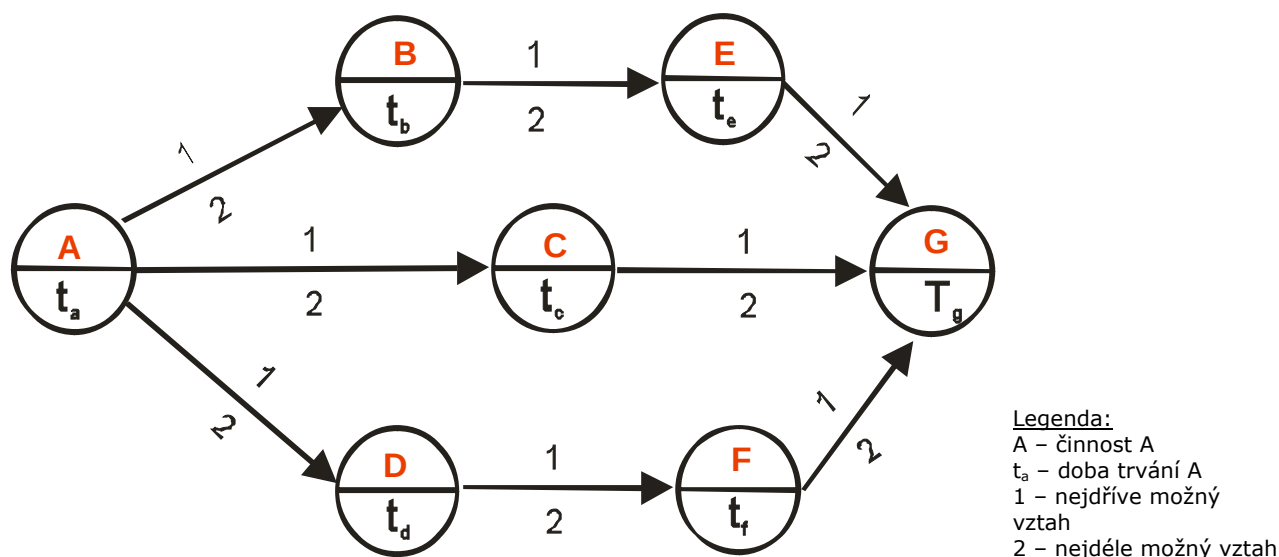
- stanovit časový harmonogram řešení,
- činnosti a postupy vhodně sladit (určit potřebné časy, eliminovat prostoje, zajistit možný paralelní průběh činností, vyloučit nepotřebné činnosti, ...)
- najít cesty urychlení projektů,
- zcela jednoduše vytvořit tzv. **Ganttovy časové diagramy**.

3.1 Metoda MPM (Metra Potential Metod, autor B. Roye)

Metoda MPM (Metra Potential Metod) je frekventovanou metodou pro znázornění po sobě jdoucích činností pomocí uzlů. Pro uspořádání časových vztahů jsou rozlišovány dvě různé hodnoty:

- nejdříve možný vztah – vypovídá, že mezi dvěma po sobě jdoucími činnostmi musí uplynout minimálně doba (1) mezi činnostmi (A) a (B). Uvedená hodnota nejdříve možného vztahu může být:
 - kratší, než je doba trvání činnosti (tzn. Že další činnost může nastat dříve, než byla ukončena činnost předchozí),
 - stejná – tzn. Že následující činnost může nastat až v okamžiku, kdy skončí předešlá)
 - delší, než je doba trvání činnosti (mezi po sobě jdoucími činnostmi existuje prostoj),
 - rovna nule (obě činnosti mohou proběhnout současně).
- nejdéle možný vztah – vypovídá, že mezi dvěma po sobě jdoucími činnostmi může uplynout tato maximálně přípustná doba (na obr. označena č. 2)

Tyto časové souvislosti, které lze dále zkoumat a vzájemně kombinovat, jsou považovány za přínos metody MPM. U ostatních zde zmíněných síťových diagramů platí, že následující činnost může nastat pouze tehdy, až skončí předcházející.



Obrázek 1 - Síťový diagram (metoda MPM)

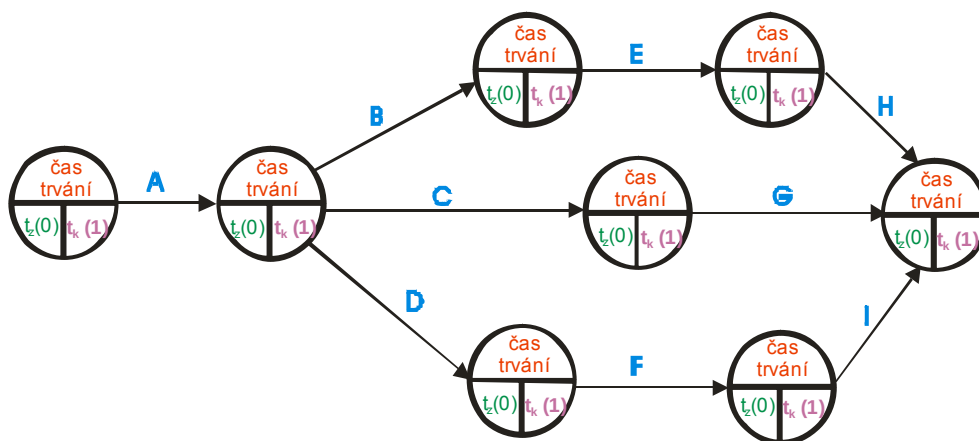
3.2 Metoda CPM (Critical Path Metod, autoři Walker a Kelly, 1956)

Metoda CPM (Critical Path Metod), čili metoda kritické cesty patří mezi nejstarší metody technik síťového plánování. Jde o síť šipek, které návazně spojují dílčí činnosti prostřednictvím uzlů.

Jednotlivé uzly vyjadřují okamžik zahájení či ukončení jedné nebo i několika činností. Pro každou činnost je odpovědně stanoven nutný čas trvání D ve smluvených časových intervalech. Při propočtu celkové doby trvání posloupnosti činností jsou k dispozici různé cesty. Ta nejdelší z nich představuje tzv. „kritickou cestu“, ostatní mohou vykazovat časové rezervy. U každé činnosti jsou k bližší analýze dále určovány:

- nejdříve možný začátek t_z (0),
- nejdříve možný konec t_k (0),
- nejpozději možný začátek t_z (1),
- nejpozději možný konec t_k (1).

Pro kritickou cestu pak platí, že nejdříve možný začátek je současně nejpozději možným začátkem a nejdříve možný konec je zároveň i nejpozději možným koncem. Opoždění kterékoliv činnosti na kritické cestě bude znamenat opoždění celého procesu. Předmětem analýzy jsou pak činnosti na kritické cestě, u nichž jsou hledány možnosti zkrácení.

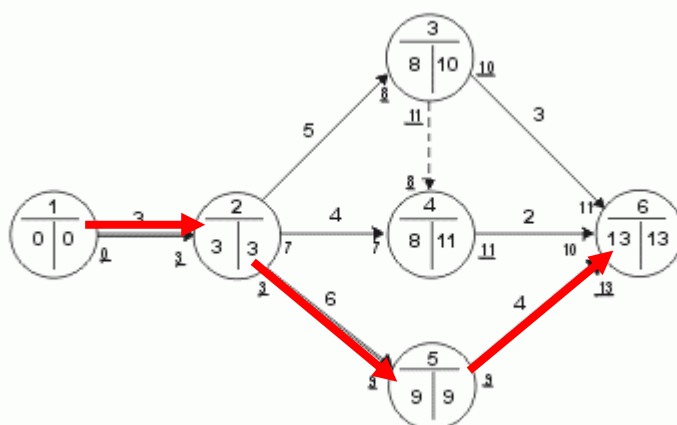


Obrázek 2 – Síťový diagram (metoda CPM)

Aby mohl být síťový graf použit pro plánování, je nutno uskutečnit následující kroky:

- orientovat spojnice šipkami nebo očíslováním uzlů;
- zahrnout časové informace do grafu;
- stanovit nejdříve možná ukončení všech činností;
- stanovit nejpozději přípustná ukončení všech činností;
- identifikovat kritickou cestu určující celkovou dobu realizace.

Postup ilustruje následující příklad:



- zadanou návaznost činností vyjadřuje orientace spojnic, šipky nejsou nutné, pokud je očíslování v horní polovině uzlu zásadně vzestupné;
- nejdříve možné zahájení činnosti v uzlu 1 je 0 (levý kvadrant);
- nejdříve možné ukončení činnosti v uzlu 2 je $0+3=3$ (levý kvadrant), což je současně nejdříve možné zahájení následujících činností 2-3, 2-4, 2-5;
- pokud do následujícího uzlu směřuje více činností, je nutno čekat na ukončení činnosti s největší hodnotou času (je nejpozdější) a tedy pro uzel 4 je to 8 (levý kvadrant);
- hodnota v posledním uzlu udává nejdříve možné ukončení celého procesu;

- stanovíme nejdříve možnou dobu ukončení celého procesu současně jako nejpozději přípustnou (přepíšeme do pravého kvadrantu);
- odečítáme zpětně jednotlivé činnosti a pokud do jednoho uzlu směřuje více činností, zapíšeme do pravého kvadrantu nejmenší hodnotu nejpozději přípustného ukončení činnosti (tj. 3 v uzlu 2, 10 v uzlu 3), jinak by došlo k překročení celkové doby (největší součet časů na zpětných větvích produkuje nejnižší hodnotu);
- nejpozději přípustná hodnota v počátečním uzlu musí vyjít 0, jinak je chybný výpočet.

Jak již bylo řečeno výše, posledním krokem je určení „kritické cesty“, která vede přes uzly s nulovým rozdílem nejdříve možné a nejpozději přípustné doby a tedy s nulovou rezervou, zatímco rozdíl těchto hodnot v ostatních uzlech signalizuje využitelnou rezervu (což harmonogram neumožňuje!).

V rámci rezerv je možno posunout termíny činností s ohledem na lepší využití zdrojů, aniž by došlo ke změně celkového termínu, což je umožněno současným použitím (zobrazením činností a zdrojů) prostřednictvím harmonogramu, síťového grafu a histogramu (sloupkového diagramu).

Každé zdržení na kritické cestě v průběhu realizace celkový termín ovlivní. V plánovací fázi analýza kritické cesty upozorní na kritické činnosti, kterým je třeba věnovat v průběhu realizace prioritní pozornost. Pokud bychom chtěli zkrátit celkovou dobu procesu, musíme zkrátit doby činností na kritické cestě (přidáním zdrojů, jinou technologií), která se pak může po přepočtu objevit na jiném místě sítě.

3.3 Metoda PERT

Specifikou metody PERT (Program Evaluation and Review Technique) je stanovení doby trvání události. Dobu trvání činnosti lze v metodě PERT určit pouze s určitou pravděpodobností. Proto se u každé události uvažuje o třech možných odhadech doby trvání:

1. optimistický odhad **a** (a_{ij}) – čas, který může být dosažen při zvlášť příznivých podmínkách a je přitom předpokládáno, že činnost nemůže skončit v kratší době,
2. nejpravděpodobnější odhad **b** (m_{ij}) – čas, který je za běžných podmínek dosahován nejčastěji,
3. pesimistický odhad **c** (b_{ij}) – čas, který je očekáván při zvlášť nepříznivých podmínkách a jako pravidlo platí, že může být překročen pouze v případech katastrofy.

Na základě určení těchto dob je možno vypočítat pravděpodobnost splnění celkové doby trvání za určitých okolností.

Všeobecně je rozdělení četností nesymetrické (nejpravděpodobnější odhad není „uprostřed“). Předpokládá se, že časové vztahy tohoto druhu lze popsat β – rozdělením. Mezi základní charakteristiky takových spojitých náhodných rozdělení patří střední hodnota a rozptyl.

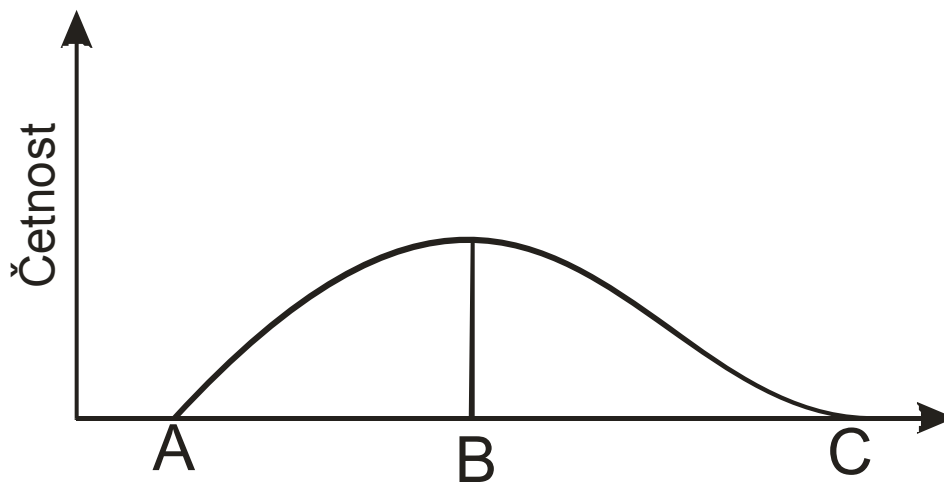
Hodnota střední doby trvání T je pak určena vztahem:

$$T = \frac{a + 4 \times b + c}{6} \quad \text{nebo} \quad y_{ij} = \frac{a_{ij} + 4 \times m_{ij} + b_{ij}}{6}$$

$$\text{Hodnota rozptylu pak: } R = \frac{c - a}{36} \quad \text{nebo také} \quad \sigma_y^2 = \frac{(b_{ij} - a_{ij})^2}{36}$$

Platnost uvedených vztahů je vázána na předpoklad, že rozptyly hodnot a_{ij} i b_{ij} jsou stejné a že hodnota leží v 1/3 rozpětí kolem středu intervalu (a_{ij} , b_{ij}).

Tyto doplňkové možnosti, které metoda PERT oproti metodě CPM poskytuje (jinak na ni plně navazuje), lze využít však jen tehdy, je-li realizátor schopen stanovit odhady **a, b, c** a je-li dále schopen v časovém modelu interpretovat dosaženou pravděpodobnost.



Obrázek 3 - Metoda PERT (rozdělení doby trvání činností)

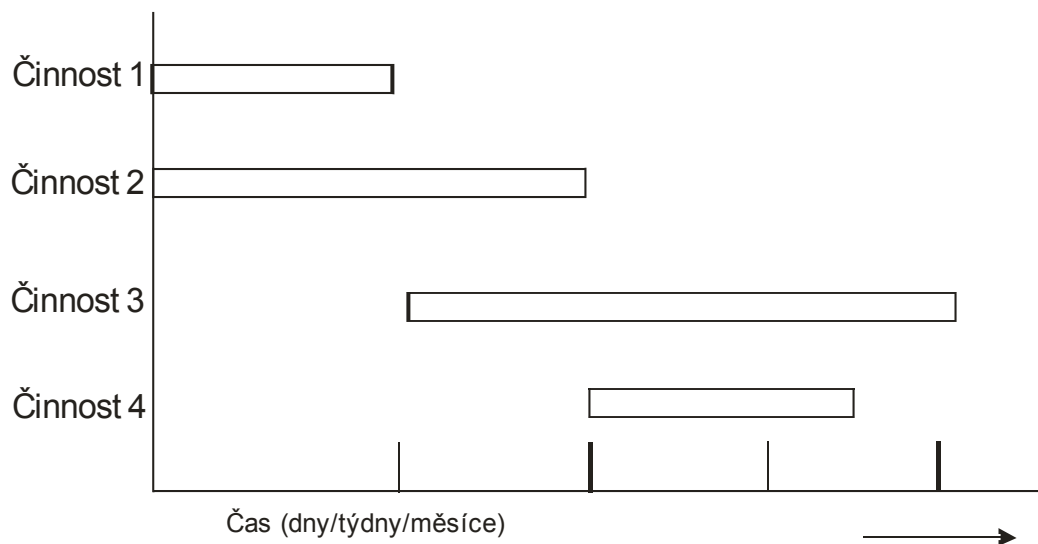
3.4 Ganttovy diagramy

Ganttův diagram je horizontální úsečkový diagram, který graficky znázorňuje vztahy jednotlivých kroků v projektu. V řádcích grafu jsou zaznamenány úsečky (nebo i malé obdélníky). Nad úsečkami (uvnitř obdélníků) nebo v hlavičce (v levém sloupci) se uvede název činnosti. Spodní část diagramu tvoří časová osa, na které jsou vyznačeny příslušné časové intervaly (dny, týdny, měsíce, ...).

Každý krok (činnost) v projektu je reprezentován v diagramu časovou úsečkou o délce která odpovídá době jeho provádění. Umístění úsečky určuje období, ve kterém má být činnost realizována. Barevným rozlišením nebo čárkovanou úsečkou se může u každé činnosti znázornit časová rezerva v provádění určité činnosti.

Z kompletně vyplněného Ganttova diagramu si lze udělat představu o celkovém času potřebném pro realizaci celého projektu, o struktuře projektu i o vztazích mezi činnostmi.

K omezením Ganttova diagramu patří ta skutečnost, že velmi obtížně lze do jednoho diagramu zanést strukturu a vzájemné souvislosti v případě, že jde o rozsáhlý projekt strukturovaný do mnoha úrovní.



Obrázek 4 - Ganttův diagram

4. Příklad – síťový graf – Výstavba výrobní haly:

Výstavba výrobní haly

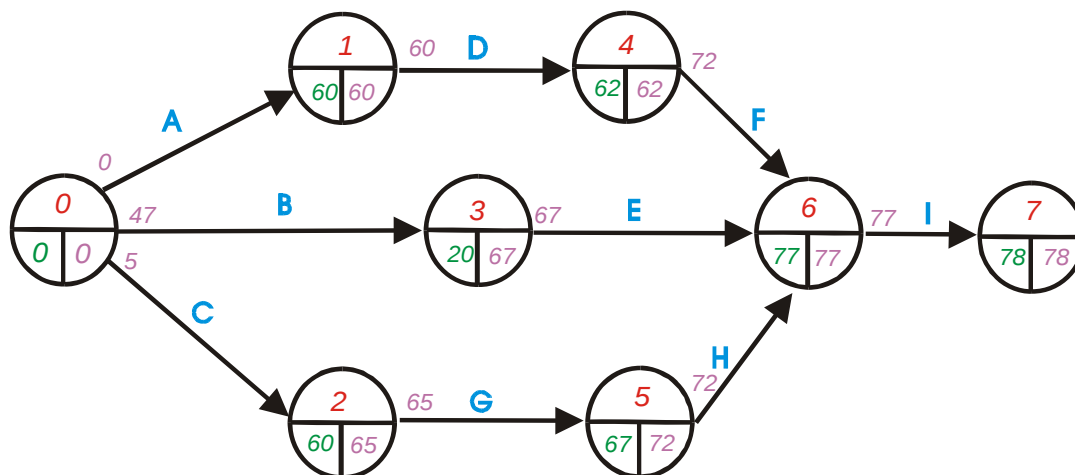
Pozice	Název	Termín (dny)
A	Výkup pozemků	60
B	Zpracování projektu	20
C	Zajištění dodavatele	60
D	Zaměření stavby	2
E	Příprava staveniště, výstavba hlavní části	10
F	Výstavba kovových konstrukcí	15
G	Vnitřní vybavení, montáž	7
H	Konečná montáž výrobních zařízení	5
I	Kolaudace	1

O – označení – číslování uzlů

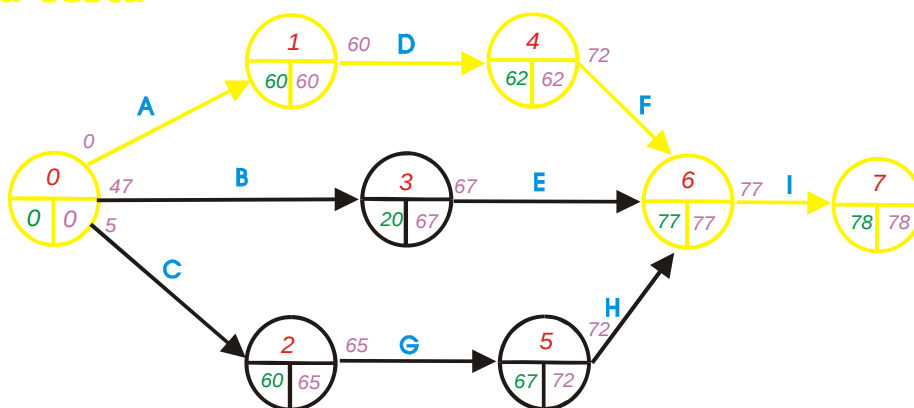
O – termíny nejdříve možné T_E

O – termíny nejpozději přípustné T_L

A – označení činností



Kritická cesta



- 0** – označení – číslování uzlů
- 0** – termíny nejdříve možné T_E
- 0** – termíny nejpozději přípustné T_L
- A** – označení činností

5. Seznam příloh:

1. Síťový diagram vytvořený v programu MS Project 2003 na výstavbu výrobní haly,
2. Ganttův diagram vytvořený v programu MS Project 2003 na výstavbu výrobní haly,

6. Seznam vyobrazení:

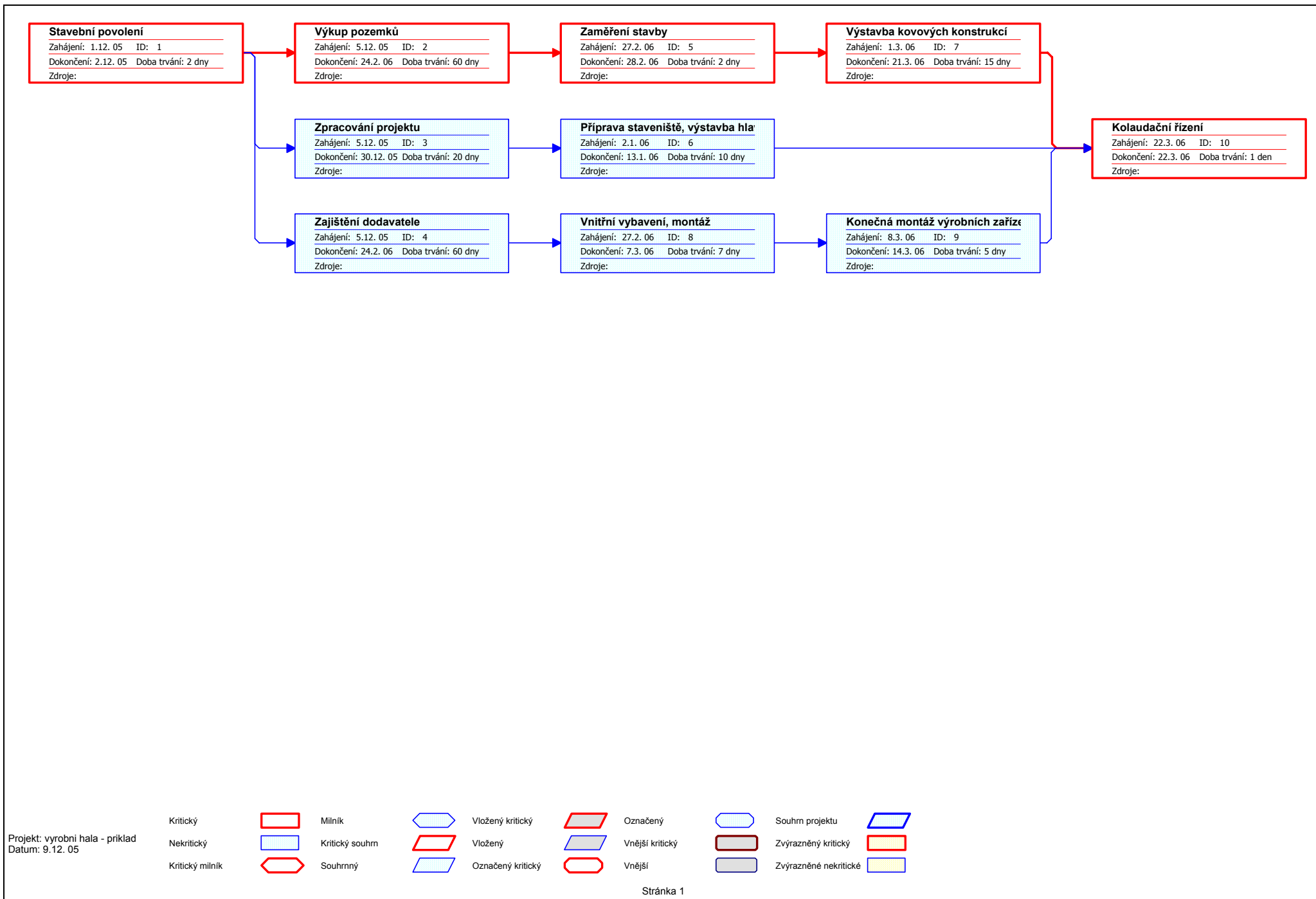
Obrázek 1 - Síťový diagram (metoda MPM)	5
Obrázek 2 – Síťový diagram (metoda CPM)	6
Obrázek 3 - Metoda PERT (rozdělení doby trvání činností).....	8
Obrázek 4 - Ganttův diagram.....	9

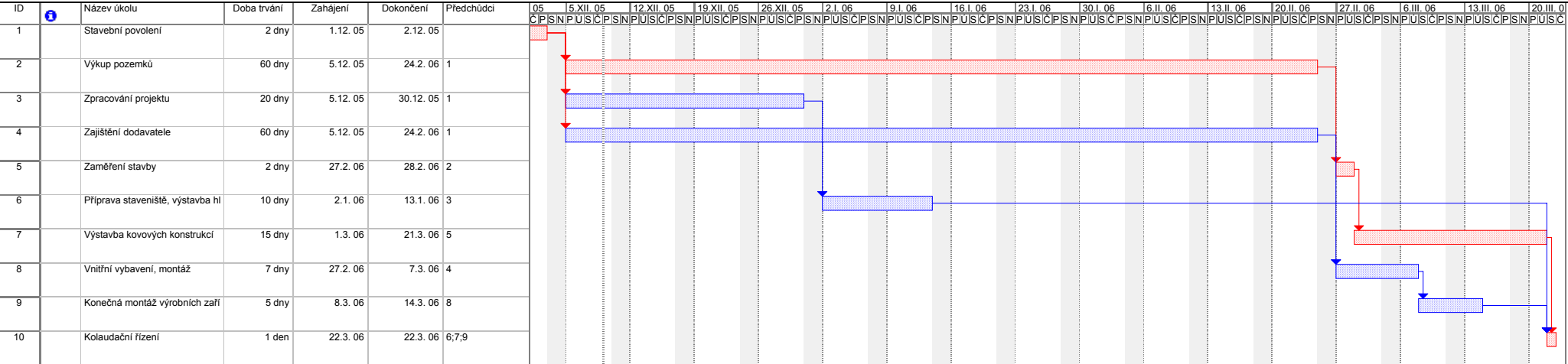
7. Seznam použité literatury a zdrojů:

1. Carda, A., Kustová, R.: Workflow – řízení firemních procesů. Grada Publishing, Praha 2001
2. Dohnal, J., Pour, J.: Architektury informačních systémů v průmyslových a obchodních organizacích. Ekopress, Praha 1997
3. Dohnal, J., Pour, J.: Řízení podniku a řízení IS/IT v informační společnosti. VŠE, Praha 1999
4. Fiala, P. Kvantitativní management, Univerzita J. E. Turkyně, Fakulta pedagogická, Ústí nad Labem, 1999,
5. Gros, I. Kvantitativní metody v manažerském rozhodování, Grada, Praha 2003,
6. Koontz H., Weihrich H. Management. 10. vydání, Praha, Victoria Publishing, 1993.

Seznam použitých zdrojů:

1. <http://www.ganttchart.com/>
2. [Metody operační analýzy www.econ.muni.cz](http://www.econ.muni.cz)





Projekt: výrobní hala - příklad
Datum: 9.12.05

Úkol		Milník		Zahrnutý kritický úkol		Rozdělení		Seskupit podle souhrnu	
Kritický úkol		Souhrmný		Zahrnutý milník		Vnější úkoly		Konečný termín	
Průběh		Zahrnutý úkol		Zahrnutý průběh		Souhrm projektu			