

SOFTWAROVÉ APLIKACE METOD OPERAČNÍHO VÝZKUMU

P1
2007-02-21

Témata přednášek:

- ✓ Projektové řízení - úvod, oblasti uplatnění, jednotlivé fáze.
- ✓ Hranově definované síťové grafy – metoda CPM, PERT, GERT.
- ✓ Uzlově definované síťové grafy. Metoda MPM.
- ✓ SW pro projektové řízení. Přehled s důrazem MS Project 2003.
- ✓ MS Project 2003 - Časová analýza projektů.
- ✓ MS Project 2003 - Správa zdrojů. Zdrojové konflikty, automatické a poloautomatické postupy jejich řešení.
- ✓ Sledování průběhu projektu. Multiprojektování, programování v MS Project - Visual Basic pro Project 2003.
- ✓ Matematické modelování a modelovací techniky v tabulkových procesorech. Typy tabulkových modelů a principy jejich konstrukce. SW Excel Solver.
- ✓ Softwarové standardy z oblasti matematických metod OV - produkty Lindo, Lingo, What's Best.
- ✓ Software CPLEX, GAMS, AMPL.

Témata cvičení:

- ✓ Opakování matematických metod operačního výzkumu, systémové analýzy.
- ✓ Metody kritické cesty v Excelu, simulační a analytické techniky v Excelu.
- ✓ Metoda MPM – ruční výpočty, výpočty z využitím Excelu.
- ✓ MS Project 2003 – projekty bez zdrojového zabezpečení. Časová analýza projektu.
- ✓ MS Project 2003 – zdrojová analýza projektu, zdrojové konflikty a jejich řešení I.
- ✓ MS Project 2003 – zdrojové konflikty a jejich řešení II, – sledování průběhu projektu, Printing, Reporting
- ✓ ACE Project – web based projektování.
- ✓ Optimalizační modely v prostředí Excel Solver.
- ✓ Matematické modelování s využitím Lindo, Lingo a What's Best.
- ✓ Zápočtový test (24 bodů) – zápočet.

ZÁKLADY PROJEKTOVÉHO ŘÍZENÍ:

Projektové řízení:

- ✓ Plánování, organizování a řízení úkolů a jejich zdrojů v rámci uceleného projektu za respektování časových, zdrojových a nákladových omezení. Obvykle s cílem dosažení maximálního ekonomického efektu.
- ✓ **Typy pohledů:**
 - **Manažerský** – co je reálné.
 - Personalistika, teorie organizace atd.:
 1. Především lidské zdroje (motivace, odpovědnost atd.).
 2. Důraz na realizaci projektu
 - Operační výzkum, systémová analýza:
 3. Především exaktní realizace (analýza rezerv, optimalizace využití zdrojů, minimalizace nákladů – matematické modely).
 4. Důraz na projektovou osnovu.
 - **Systémově-analytický** – co je teoreticky možné.
- ✓ **Schéma projektového řízení:**
 - **Management projektů:**
 - Plánování projektů
 - Řízení realizace projektů
 - **Organizování a koordinování projektů:**
 - Vytváření organizačního prostředí
 - Koordinování projektů

Projekt:

- ✓ Řízený proces aplikace úkolů a zdrojů s definovaným cílem v určeném časovém rámci.
- ✓ Souhrn vzájemně provázaných činností, které je třeba provést k dosažení stanoveného cíle.

✓ **Projekt je vždy charakterizován:**

- Jasně definovaným začátkem a koncem – musí být jasně zahájen i ukončen.
- Jasně definovaným cíle.
- Disponibilními zdroji – materiálové nebo pracovní zdroje sloužící k realizování projektu.
- Omezenými náklady.
- Omezeným časem.
- Požadovanou kvalitou.
- Systémovostí.
- Jedinečností.
- Nejistotou s rizikem.

Komponenty projektu:✓ **Úkol, činnost (task):**

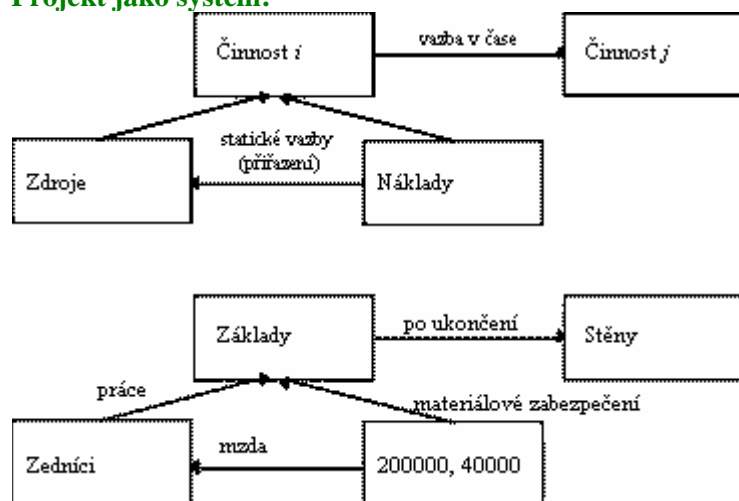
- Základní stavební kámen projektu.
- Několik typů úkolů.
- Má desítky parametrů.
- Například: kopání základů, pracovní směna, cesta vlakem, ale i zahájení etapy.

✓ **Zdroj (resource):**

- Faktor zabezpečující činnost.
- Žádná činnost neprobíhá beze zdrojů, jen se někdy nesledují.
- **Obnovitelné zdroje** – pracovní, například zedník, řidič, vedoucí subprojektu, ale i sklad, traktor.
- **Neobnovitelné zdroje** – materiálové, například písek, pohonné hmoty. Z pohledu projektového řízení finance nejsou zdrojem!!!

✓ **Náklad (cost):**

- Na zdroj – sazby, náklad na použití.
- Pevný náklad na úkol – například kolaudace.

Projekt jako systém:**Cíl a životní cyklus projektu:**

- ✓ Cíl projektu vyjadřuje očekávané změny, které jsou dobře měřitelné a snadno kontrolovatelné.
- ✓ Životní cyklus projektu je časová perioda od formulace projektu až po jeho ukončení a vyhodnocení.

✓ **Základní otázky projektového řízení:**

- Co má být projektem dosaženo?
 - Jak dlouho bude projekt trvat – kdy skončí, začne?
 - Které činnosti jsou kritické?
 - Co se stane při nedodržení termínů činnosti?
 - Kolik zdrojů a kde použít, aby byl projekt co nejkratší nebo co nejlevnější?
 - Jaké jsou okamžité a celkové náklady na projekt?
 - Jaký je okamžitý stav rozpracovanosti ve vztahu k původnímu plánu? – Sledování průběhu (pokroku), „tracking progress“.
- Časová analýza projektu
- Zdrojová analýza projektu

Uplatnění postupů projektového řízení:✓ **Ano:**

- Jedinečné projekty s jasně stanoveným počátkem a koncem – stavebnictví, marketing.
- Typové projekty s jasně stanoveným počátkem a koncem – sériová výroby, výrobní linky, normování.

✓ **Ne:**

- Kontinuální procesy.
- Procesy vyžadující velký podíl operativního řízení.

Proces řízení projektu:✓ **Z hlediska manažerských činností:**

- Definování projektových cílů.
- Plánování – trojimperativ co, kdy, za kolik.
- Vedení – lidských zdrojů.
- Sledování průběhu – monitoring.
- Ukončení.

✓ **Z hlediska jednotlivých fází projektu:**

- Zadávací.
- Plánovací.
- Schvalovací.
- Realizační a provozní.

✓ **Z hlediska úrovně projektu:**

- **Směrný plán** (baseline) – získá se po naplánování projektu, plán, kterým by se měl projekt ubírat, nutné do projektu.
- **Aktuální plán** (current) – směrný plán, který je upravený.
- **Skutečnost** (actual) – zda se vejde do směrného či aktuálního plánu.

Z historie projektového řízení:✓ **Zakladatel** – Henry L. Gantt (1861 – 1919):

- 1901 – první společnost pro řízení projektů
- Od řízení lidí k řízení projektů (x Taylor, Fayol)
- První postupy – Ganttův diagram – časová osa, lineární diagram

✓ **50. léta** – rozvoj metod síťové analýzy:

- **CPM** – James E. Kelley a Morgan R. Walker – DuPont (1957)
- **PERT** – americký válečný program – POLARIS (1958)
- Metoda měření potenciálů v sítích **MPM** – Bernard Roy (1958)

✓ **60. léta** – Projekty se stochastickou strukturou – **GERT**✓ **80. léta** – rozvoj uzlových grafů✓ **90. léta** – aplikace měkkých přístupů a postupů teorie omezení

- Eliahu Goldratt: Metoda Critical Chain (1996)

Typy úkolů – každý uzel v projektu zobrazeném grafem může reprezentovat:✓ **Obyčejný úkol**, např. úklid.✓ **Milník** (milestone) – důležitá činnost, bývá často fiktivní, tj. s nulovou délkou trvání, např. zahájení stavby.✓ **Souhrnný úkol** (summary task) resp. (sumární, souhrnnou, shrnující) činnost, která obsahuje dílčí podčinnosti, např. stavba garáže (s dílčími podčinnostmi).✓ **Periodicky opakovaný úkol** (recurring task), např. kontrolní den (každé první pondělí v měsíci).✓ **Samostatný subprojekt** (subproject), např. elektroinstalace (jako síťový subprojekt s jiným správcem).✓ **Externí úkol** (external task).**Základní parametry úkolů:**✓ **Název** (name).✓ **Číslo** (ID, number).✓ **Hierarchické postavení** (workbreakdownstructure code), resp. číslo osnovy (outline number) a úroveň osnovy (outline level), např. 4. činnost v rámci 3. skupiny činností – WBS = 3.4.✓ **Typ omezení** (constrain type):• **Neukotvené v čase:**

- Co nejdříve – ASAP, as soon as possible.

- Co nejpozději – ALAP, as late as possible.
- Úkol je omezen pouze vazbami a tedy termíny činností předcházejících/následujících. Může se nacházet kdekoli v rámci projektu.
- **Částečně ukotvené zleva**, tj. k počátku projektu – zahájit po dni (včetně), dokončit po dni (včetně), SNET, FNET.
 - Úkol je omezen zleva časovým termínem – např. zahájit po dni 10.5.2005 14:00 h
- **Částečně ukotvené zprava**, tj. ke konci projektu – zahájit před dnem (včetně), dokončit před dnem (včetně), SNLT, FNLT.
 - Úkol je omezen zprava časovým termínem – např. zahájit před dnem 10.5.2005 14:00 h
- **Pevně ukotvené** – musí být zahájen, musí být dokončen, MSO, MFO.
 - Úkol je pevně omezen časovým termínem – např. musí být ukončen 11.5.2005 8:00 h

Nejdůležitější časové parametry:

- ✓ (Celková) doba trvání (duration).
- ✓ Uplynulá doba trvání (elapsed duration).
- ✓ Nejdříve možné zahájení (early start).
- ✓ Zahájení (start).
- ✓ Nejpozději možné zahájení (late start).
- ✓ Nejdříve možné dokončení (early finish).
- ✓ Dokončení (finish).
- ✓ Nejpozději možné dokončení (late finish).
- ✓ Celková časová rezerva (total slack).
- ✓ Volná časová rezerva (free slack).

Doby trvání:

- ✓ **Celková doba trvání:**
 - Počet časových jednotek po kterou činnost probíhá.
 - Závisí na pracovním kalendáři – např. 1 týden = 5 dní, 1 den = 8 hodin atd.
 - Jednotky: m – minuta, h – hodina, d – den, t – týden atd.
- ✓ **Uplynulá doba trvání:**
 - Počet časových jednotek od začátku do konce činnosti
 - Nezávisí na pracovním kalendáři – např. 1týden = 7 dní, 1 den = 24 hodin
 - Jednotky: um – uplynulá minuta, uh – uplynulá hodina atd.
- ✓ **Příklad:**
Činnost začíná v pátek v 8 h a končí v pondělí v 16 h. Pracuje se 8 h denně, so, ne je volno.
 $t = 16 \text{ h} = 2 \text{ d}$
 $t_e = 80 \text{ uh} = 3,33 \text{ ud}$
- ✓ Použití uplynulého času např. cesta letadlem, tvrnutí betonu apod. – vhodné u úkolů bez zdrojového zabezpečení.

Časové rezervy:

- ✓ **Celková** – počet časových jednotek, o kolik lze zpozdit nejdříve možný počátek aktuální činnosti resp. o kolik jí lze prodloužit, aniž by došlo k narušení termínu ukončení celého projektu.
- ✓ **Volná** – počet časových jednotek, o kolik lze zpozdit nejdříve možný počátek aktuální činnosti resp. o kolik jí lze prodloužit (!), aniž by došlo k narušení termínu nejdříve možného počátku činnosti následující.
- ✓ Platí vždy $ST \geq SF$.
- ✓ Úkoly pro které $ST = 0$ se nazývají kritické.
- ✓ Jsou-li všechny činnosti neukotvené v čase, tvoří posloupnost kritických činností od počátku do konce projektu kritickou cestu.
- ✓ Činnosti pevně ukotvené v čase jsou vždy kritické! Platí pro ně že $ES = LS$ a tedy $ST = 0$.

Nákladové parametry úkolů:

- ✓ **Zadávané náklady:**
 - **Pevné (přímé) náklady na činnost (Fixed Cost):**
 - Nezávisí na zdrojích např. cena letenky, režie apod.
 - Metoda nabíhání nákladů na činnost (fixed cost accrual method).
 - Na začátku Accrue At Start.
 - Průběžně Accrue Prorated
 - Na konci Accrue At End

✓ **Vypočtené náklady:**

- **Variabilní náklady** (CW - Cost of Work)
 - Souvisí s náklady na zdroje a parametry přiřazení, viz dále

Parametry zdrojů:

- ✓ Název (name).
- ✓ Typ zdroje – pracovní/materiálový (work/material).
- ✓ Iniciály (initials).
- ✓ Maximální počet jednotek - mohutnost (max. units).
- ✓ Absolutně/v procentech (decimal/percentage).
- ✓ Příslušnost do zdrojové skupiny (resource group).
- ✓ Základní (zdrojový) kalendář (base (resource) calendar).
- ✓ Dostupnost (availability) – závisí na základním kalendáři, definuje časové intervaly využití zdroje.
- ✓ Tabulka nákladových sazeb (cost rate table) – A, B, C, D, E, určuje náklady v různých intervalech využití zdroje.
- ✓ Standardní sazba (std. rate) – časově orientované náklady v době povolené základním kalendářem.
- ✓ Přesčasová sazba (ovt. rate) – musí být povolena přesčasová práce.
- ✓ Náklady na použití jednotky zdroje (cost per use) – náklad na použití jednotky zdroje na konkrétní činnost, nezávisí na délce používání zdroje, kalkuluje se ihned (s počátkem činnosti).
- ✓ Nabíhání nákladů (accrual method):
 - Na začátku (accrue at start).
 - Na konci (accrue at end).
 - Průběžné (accrue prorated).

Parametry přiřazení zdrojů:

- ✓ **Jednotky** (počet jednotek) **k-tého zdroje** (Units) – počet jednotek příslušného zdroje zabezpečujících činnost
- ✓ **Normovaná práce jednotky k-ého zdroje** (Work)
- ✓ **Přesčasová práce jednotky k -tého zdroje** (Ovt Work) – neprodlužuje dobu trvání činnosti (odečítá se od normované práce)
- ✓ **Řízení úsilím** – přidání resp. ubrání zdroje ovlivní množství práce ostatních
- ✓ **Typ výpočtu doby trvání činnosti:**
 - **Pevné jednotky** – neměnná intenzita čerpání zdroje.
 - **Pevná doba trvání** – neměnná doba trvání činnosti.
 - **Pevná práce** – neměnná normovaná práce na činnost.

Řízení úsilím (on/off) – plánování podle vynaložené námahy:✓ **Je-li řízení úsilím povoleno:**

- Celková práce potřebná k vykonání činnosti zůstává konstantní.
- Ubráním zdrojů se práce proporcionálně rozpočte mezi zdroje zbývajících.
- Přidáním zdrojů se proporcionálně odečte část práce zdrojům původním
- **Příklad:**

Činnost „výstavba garáže“ je zdrojově zabezpečena takto:

Název	Jednotky	Práce
Zedníci	2	120 h
Truhláři	1	40 h
Pokrývači	1	40 h

Celková spotřeba práce je tedy $120 + 40 + 40 = 200$ (h)

Jeden pokrývač musí být v průběhu projektu odvolán, celková pracovní náročnost (200 h) zůstává zachována. Nové rozvržení práce tedy bude následující:

Název	Jednotky	Práce
Zedníci	2	150 h
Truhláři	1	50 h

Poznámka: Podíl dílčí práce jednotlivých zdrojů na práci celkové byl původně $120 : 40 : 40 = 3:1:1$.

Po odvolání pokrývače se tedy jeho díl práce (40 h) v poměru 3:1 rozpočte mezi zbývajících zdroje:

Zedníci... $120 + \frac{3}{4} * 40 = 150$ (h)

Truhláři... $40 + \frac{1}{4} * 40 = 50$ (h)

✓ **Není-li řízení úsilím povoleno:**

- Pracovní náročnost činnosti se sníží/zvýší o práci ubraných/přidaných zdrojů.

- Operací z minulého příkladu by práce zedníků a truhlářů zůstala nezměněna a celková pracovní náročnost činnosti by se snížila na 160 h.

Pevné jednotky, pevná doba trvání, pevná práce:

- ✓ **Celková doba trvání činnosti** je dána vzorcem: doba trvání = max (práce/jednotky)

- **Příklad:**

Dle zadání z minulého příkladu (se všemi zdroji) bude délka trvání činnosti (výstavba garáže) trvat: Doba = max (120/2; 40/1; 40/1) = 60 (h). V případě 8 h pracovního dne tedy 60/8 = 7,5 (d).

Ze vzorce vyplývá pro určující zdroj, že:

- Jednotky = doba/práce
- Práce = doba x jednotky

Poznámka: Určující (kritický) zdroj – zdroj, na němž závisí doba trvání činnosti.

- ✓ **Pevné jednotky:**

- Intenzita čerpání zdroje je konstantní.
- Se změnou práce se mění délka trvání činnosti.
- Se změnou délky trvání se mění normovaná práce určujícího (kritického) zdroje.

- **Příklad:**

Název	Jednotky	Práce	Doba
Zedníci	2	120 h	60 h
Zedníci	2	240 h	120 h
Zedníci	2	60 h	30 h

- Metoda pevné jednotky je vhodná pro manuální práce resp. pro normované práce, kdy doba trvání činnosti je nepřímo úměrná počtu nasazených lidí.
- **Příklad:** Kopání výkopu je odhadnuto na 300 h dělnické práce. 1 dělník vykope výkop za 300 h, 2 dělníci za 150 h, 3 dělníci za 100 h atd.
- V případě více zdrojů, doba trvání závisí na kritickém zdroji (viz. vzorec pro výpočet doby trvání činnosti).

- ✓ **Pevná doba trvání:**

- Doba trvání činnosti je konstantní.
- Se změnou práce se mění intenzita čerpání zdroje (počet potřebných jednotek příslušného zdroje).
- Se změnou intenzity čerpání zdroje se mění normovaná práce

- **Příklad:**

Název	Jednotky	Práce	Doba
Zedníci	2	120 h	60 h
Zedníci	4	240 h	60 h
Zedníci	1	60 h	60 h

- Metoda Pevná doba trvání je vhodná pro činnosti jejichž délka nezávisí na množství nasazených lidí.
- **Příklad:** Doba jízdy autem nezávisí na počtu cestujících.

- ✓ **Pevná práce:**

- Normovaná práce zdroje je konstantní.
- Se změnou délky trvání činnosti se mění intenzita čerpání určujícího zdroje.
- Se změnou intenzity čerpání určujícího zdroje se mění délka trvání činnosti

- **Příklad:**

Název	Jednotky	Práce	Doba
Zedníci	2	120 h	60 h
Zedníci	1	120 h	120 h
Zedníci	4	120 h	30 h

- Při použití metody Pevná práce nelze vypnout řízení úsilím.

Zdrojové parametry činností – rozvrh práce:

Délka trvání činnosti je rozdělena do 10 časových intervalů, využití zdrojů (v procentech) dle jednotlivých typů rozvržení ukazuje následující tabulka:

Interval	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rovnoměrné	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Zatížení na konci	10	15	25	50	50	75	75	100	100	100
Zatížení na začátku	100	100	100	75	75	50	50	25	15	10
Dvě špičky	25	50	100	50	25	25	50	100	50	25
Špička na začátku	25	50	100	100	75	50	50	25	15	10

Špička na konci	10	15	25	50	50	75	100	100	50	25
Špička uprostřed	10	20	40	80	100	100	80	40	20	10
Zatížení uprostřed	25	50	75	100	100	100	100	75	50	25

Parametry vazeb:

✓ Typ vazby:

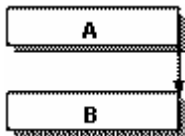
- **Dokončení – zahájení (FS)**, B začíná nejdříve po skončení A.



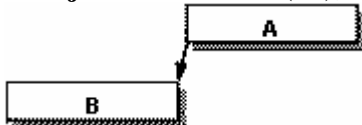
- **Zahájení – zahájení (SS)**, B začíná nejdříve se začátkem A.



- **Dokončení – dokončení (FF)**, B končí nejdříve s koncem A.



- **Zahájení – dokončení (SF)**, B končí nejdříve se začátkem A.



- ✓ Ke každé vazbě lze přidat prodlevu (lag time) nebo překryv (lead time)

✓ Rozeznáváme:

- **Absolutní prodlevu**, např. SS + 10d, tj. činnost následující začíná nejdříve 10 dní po začátku činnosti předcházející.
- **Absolutní překryv**, např. FS – 10 d, tj. činnost následující začíná nejdříve 10 dní před koncem činnosti předcházející.
- **Relativní prodlevu**, např. SS + 25%, tj. činnost následující začíná nejdříve ve 25% činnosti předcházející.
- **Relativní překryv**, např. FF - 10%, tj. Činnost následující končí nejdříve v 90% činnosti předcházející.