

Struktura časová výrobního procesu

- Nelze ji oddělit od prostorové a technologické struktury a zahrnuje:
 - Časový postup a průběh všech stavebních procesů (objektové, etapové, dílčí)
 - Časové ohodnocení vazeb mezi procesy (určení časových hodnot příslušných vazeb)
 - Potřebu zdrojů v čase (finance, pracovníci, materiály, stroje aj.)
- Jednotlivé procesy mohou vzhledem k technickým, technologickým a organizačním vazbám časově:
 - Probíhat současně (např. výkopy zeminy a jejich odvozy)
 - Částečně se překrývat (např. výkop jámy, výkop rýh)
 - Na sebe těsně nebo s odstupy navazovat (např. betonáž stropu a zdění dalšího podlaží)

Struktura časová výrobního procesu

- V časových modelech stanovujeme:
 - **Lhůty** průběhů dílčích procesů
 - **Přestávky** mezi jednotlivými dílčími procesy
 - **Termíny** zahájení a dokončení dílčích, etapových a objektových procesů
- Modely, kterými zobrazujeme časový postup jsou:
 - **Řádkový harmonograf** (Ganttův diagram)
 - **Cyklogram** (časoprostorový graf)
 - **Síťový graf** (uzlově, hranově definovaný)
- Každý model má tyto základní části:
 - **Část identifikační** – název modelu, jeho rozlišovací úroveň, seznam a určení prvků ze kterých je model sestaven a jejich vztah
 - **Část výpočtovou** – udávající zdroje a množství z nichž byly odvozeny lhůty a termíny
 - **Část grafickou** – zobrazující činnosti a vazby mezi nimi, jejich lhůty a termíny
 - **Část vyhodnocovací** – bilance, rekapitulace, sumarizace zdrojů sloužící ke kontrole úplnosti a výstižnosti navrženého modelu pro zvolené časové období

Struktura časová výrobního procesu

- Rozeznáváme úrovně zpracování:
 - **Komplexní model** – výsledkem je stavba nebo provozuschopný celek sestávající z objektů popř. technologických stádií.
 - Při modelování lhůt komplexních procesů respektujeme především lhůty procesů na největších a nejvýznamnějších objektech.
 - K nim pak přiřazujeme lhůty ostatních objektů. Dodržujeme při tom základní zásady technologických závislostí.
 - Méně významné objekty zařazujeme do plánu tak, aby umožňovaly plynulé a rovnoměrné využití disponibilních zdrojů (pracovníci, stroje, materiály) v době kdy nemohou nebo nemusejí být na hlavních objektech využity
 - Lhůty pro technologické montáže nebo subdodávky zařazujeme do období, kdy je pro ně vytvořena stavební připravenost
 - Nutno pamatovat na potřebný prostor pro přejímku a odzkoušení provedených prací a dodávek
 - **Objektový model** – výsledkem je dokončený provozuschopný objekt nebo jeho ucelená část sestávající z technologických stádií rozdělených na dílčí činnosti

Struktura časová výrobního procesu

- **Stanovení lhůt a doby trvání**

$$\underline{T = Q / V}$$

T – doba trvání v určených časových jednotkách (měsíc, týden, den, hodina)

Q – objem produkce vyjádřený finančními náklady (např. tis. Kč), pracností (počtem pracovních hodin Ph nebo normohodin Nh), technickými a fyzikálními jednotkami (m³, m², bm, ks, t, apod.)

V – výkon pracovní jednotky v jednotkách produkce za jednotku času (např. tis. Kč/den, Nh/ den, Nh/ hod., apod.)

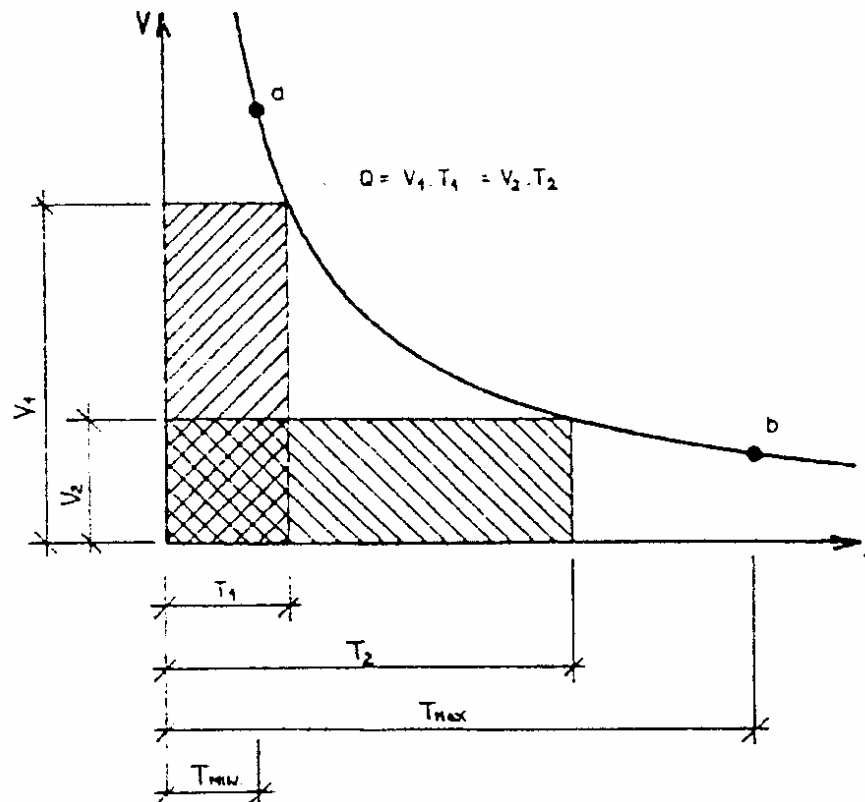
$$\underline{V = P \times d}$$

P – průměrná produktivita jednoho zdroje (dělník, stroj) vyjádřená v jednotkách úkolu (např. Kč, Nh, Ph, technické jednotky apod.) za jednotku času

d – počet zdrojů tvořících produktivitu

Struktura časová výrobního procesu

- Závislost doby výstavby na výkonu při konstantním objemu produkce (křivka má tvar hyperboly)

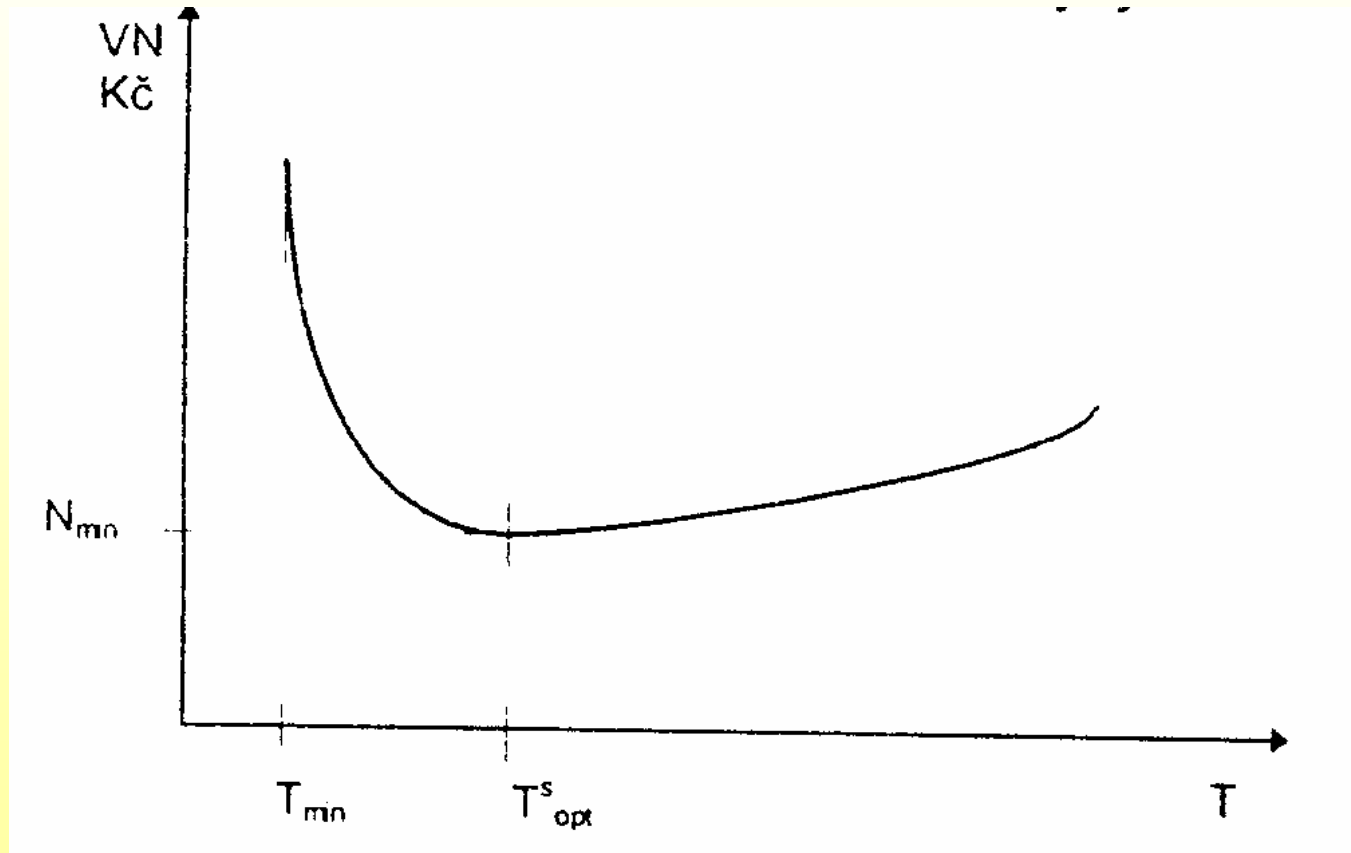


Struktura časová výrobního procesu

- Závislost doby výstavby na výkonu při konstantním objemu produkce dle předchozího obrázku platí jen v určitých mezích
 - Možnosti výkonu jsou omezeny velikostí pracovního prostoru (nutno stanovit optimální počet pracovníků na pracovišti tak, aby si nepřekáželi a mohli efektivně vykonávat svoji práci)
 - Podílí se na výkonu rovněž nadmořská výška, roční období, teplota na pracovišti, provozní vlivy, hluk
 - Počet disponibilních pracovníků (jejich kvalifikace, zručnost, motivace)
 - Dostupná a kvalitní mechanizace a časový prostor pro její využití
 - Energetická omezení (množství vody, elektřiny, tepla apod.)
 - Množství a kvalita materiálu v daném časovém úseku
 - Organizace a řízení práce

Struktura časová výrobního procesu

- Schéma závislosti vlastních nákladů stavební firmy a lhůty výstavby

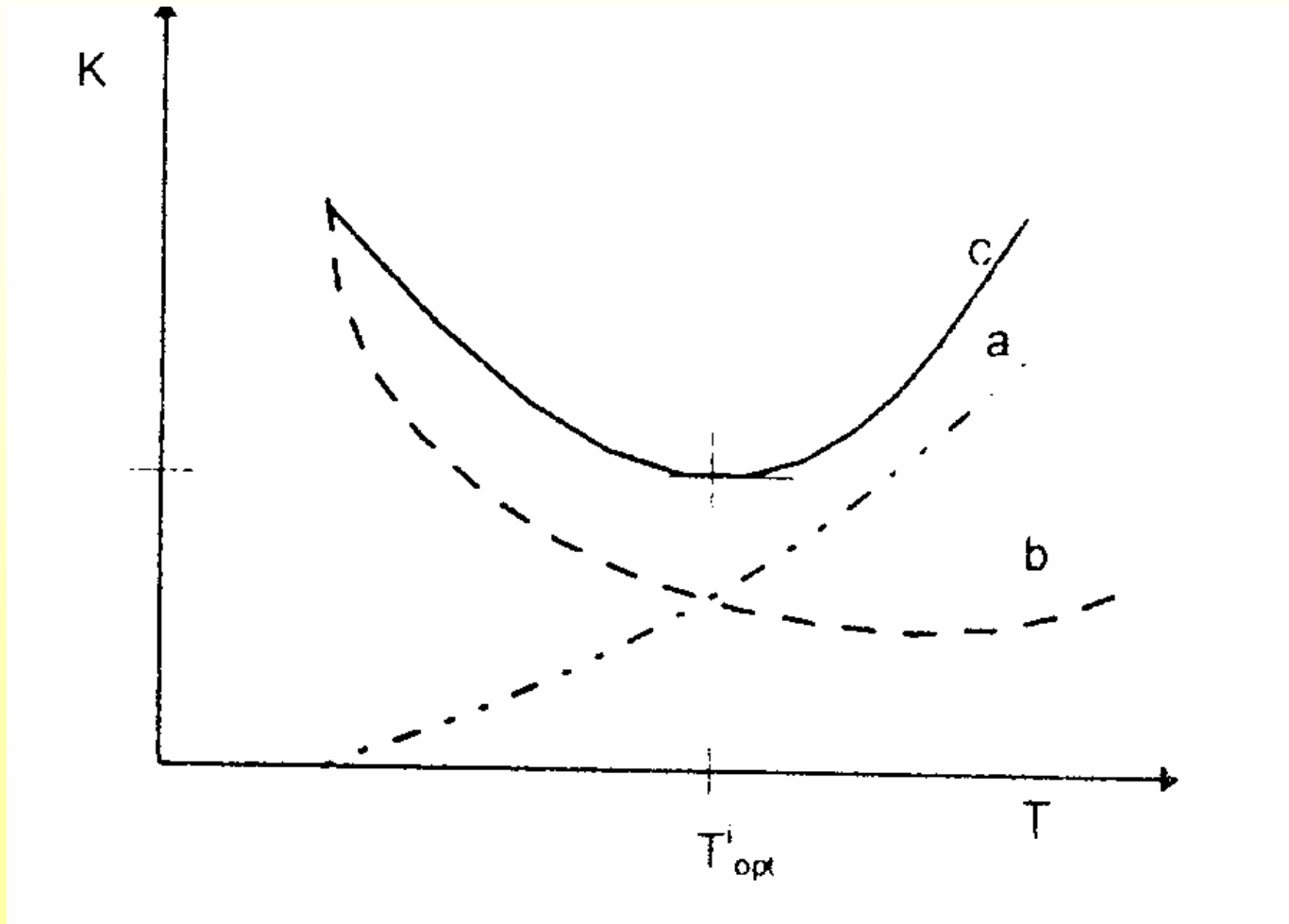


Struktura časová výrobního procesu

- Schéma závislosti vlastních nákladů stavební firmy a lhůty výstavby
 - **Optimální lhůta** výstavby T_{opt} je ta, při které má firma minimální náklady (velmi obtížně se stanovuje, ovlivňuje ji velmi mnoho náhodných činitelů)
 - Pokud je lhůta výstavby **výrazně kratší** než je optimální, zvyšují se firmě vlastní náklady v důsledku příliš vysoké koncentrace výrobních činitelů
 - Při technicky **minimální lhůtě** výstavby (nasycená pracovní fronta) jsou náklady firmy značně vysoké a pro investory obvykle nepřijatelné
 - **Delší doba výstavby** než je optimální rovněž zvyšuje náklady firmy v důsledku nízkého využití zdrojů, dojezdových tras, vázání zdrojů v místě, kde by již nebyly potřeba a firma je potřebuje již jinde

Struktura časová výrobního procesu

- Schéma závislosti nákladů investora a lhůty výstavby

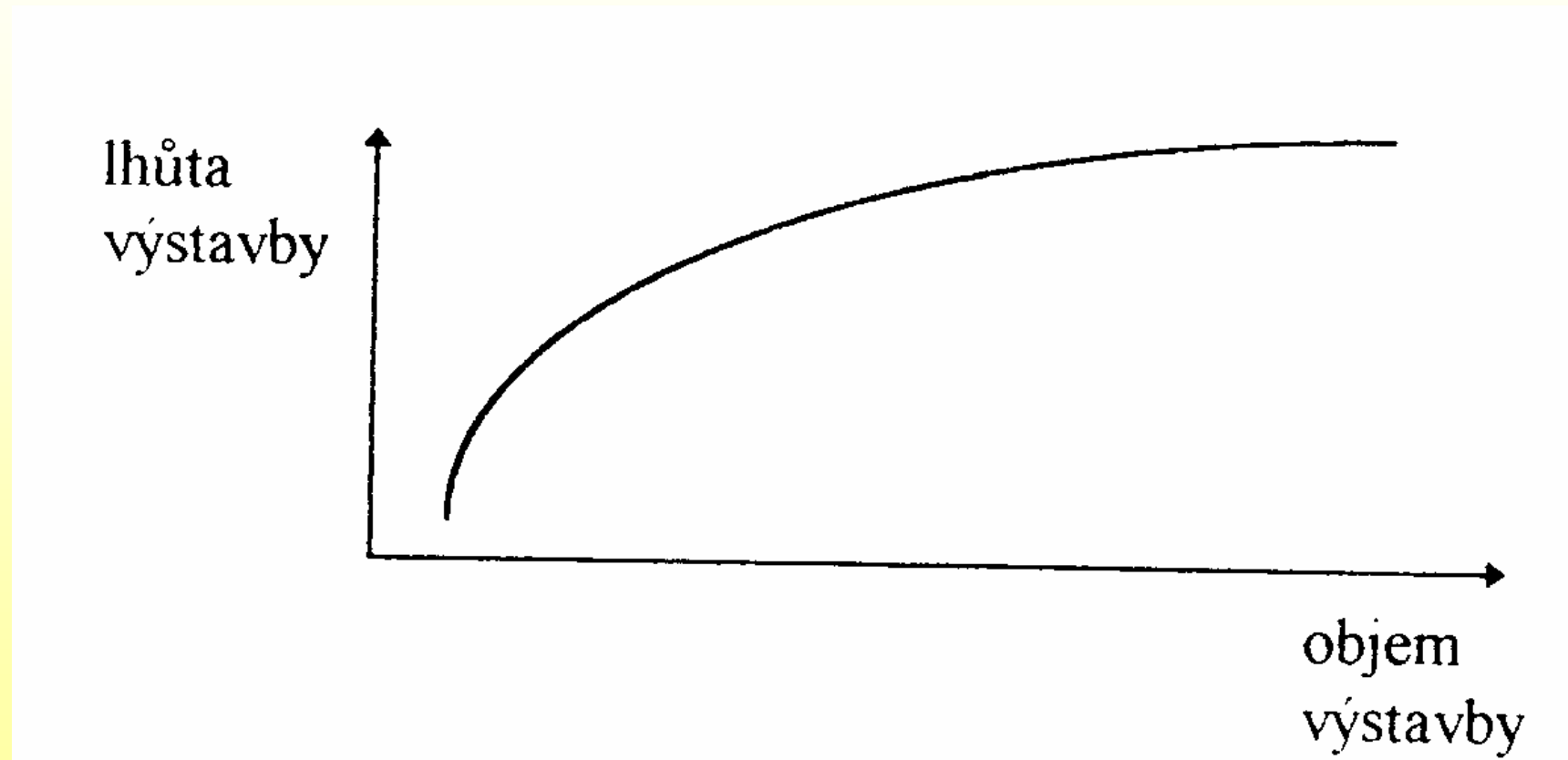


Struktura časová výrobního procesu

- Schéma závislosti nákladů investora a lhůty výstavby
 - Náklady a ztráty investora s pořízením investice zahrnují ztráty z vázanosti finančních prostředků, zvyšování odvodů za půjčky cizího kapitálu, z ušlého zisku nebo jiného efektu (prosazení se na trhu apod.) – viz.křivka **a** (předchozí obrázek)
 - Investor má vždy zájem o co nejkratší lhůtu výstavby
 - Při výrazně kratší době výstavby než je optimální u stavební firmy zvyšují se mu náklady, neboť platí tyto zvýšené náklady firmě – viz.křivka **b** (předchozí obrázek)
 - Optimální lhůta výstavby je pak daná součtovou křivkou ze samostatných křivek **a + b**
 - Je zřejmé, že optimální lhůta výstavby z pohledu investora je kratší než z pohledu dodavatele

Struktura časová výrobního procesu

- Schéma závislosti objemu výstavby a lhůty výstavby



Struktura časová výrobního procesu

- Schéma závislosti objemu výstavby a lhůty výstavby
 - Objem výstavby je v konkrétním případě a daném časovém okamžiku konstantní, mění se lhůta nasazeným prostředkům
 - Zvyšováním kapacity lze lhůtu výstavby zkrátit až na technicky minimální lhůtu (velká koncentrace nasazených zdrojů, nejnutnější technologické přestávky)
 - Koncentrace je maximální při **nasycené pracovní frontě** (rozumíme tím prostor nutný k produktivnímu a bezpečnému provádění určité práce)
 - **Pracovní fronta** je dána směnovým výkonem výrobní jednotky a je vyjádřena v technických měrových jednotkách
 - **Lhůta výstavby s rostoucím objemem výstavby roste obvykle degresivně (viz.předchozí obrázek)**

Struktura časová výrobního procesu

- Lhůty výstavby prací lze určit na základě
 - Počtu normohodin nebo pracovních hodin
 - Množství práce v technických měrných jednotkách
 - Ceny prací
- Je-li znám **počet normohodin** (výrobní kalkulace) je lhůta provádění daná vztahem

$$T = \sum Nh / (h \times d \times p)$$

T – lhůta práce ve směnách

Nh – počet normohodin (Sh strojohodin)

h – počet hodin ve směně

d – počet zdrojů (dělníci, stroje)

p – koeficient napětí (plnění norem)

Struktura časová výrobního procesu

- Je-li znám místo normohodin **počet pracovních (skutečných) hodin** pak neuvažujeme s koeficientem napětí a vztah má tvar

$$T = \sum Ph / (h \times d)$$

T – lhůta práce ve směnách

Ph – počet pracovních hodin

h – počet hodin ve směně

d – počet zdrojů (dělníci, stroje)

Struktura časová výrobního procesu

- Je-li známo **množství práce v technických měrných jednotkách**, určí se lhůta práce dle vztahu

$$T_{sm} = \sum Q_{tmj} / (P_{tmj/sm} \times d)$$

T_{sm} – lhůta práce ve směnách

Q_{tmj} – množství práce v technických měrných jednotkách

$P_{tmj/sm}$ – produktivita jednoho zdroje za směnu v tmj

d – počet zdrojů (dělníci, stroje)

Struktura časová výrobního procesu

- Je-li známa **velikost ceny prací**, určí se lhůta práce dle vztahu

$$T_{sm} = \sum Q_{Kč} / (P_{Kč/sm} \times d)$$

T_{sm} – lhůta práce ve směnách

$Q_{Kč}$ – objem práce v rozpočtové ceně v Kč

$P_{Kč/sm}$ – produktivita jednoho zdroje za směnu v RC v Kč

d – počet zdrojů (dělníci, stroje)

Struktura časová výrobního procesu

- Lhůtu výstavby objektů lze určit na základě
 - Dílčích lhůt jednotlivých procesů či technologických etap jejich vhodným skloubením
 - Podnikovými metodami založených na metodách regresní analýzy (zpětná vazba, jedna ze statistických metod užívaných v ekonomii)
 - Porovnáním s již dříve provedenými stavbami resp. objekty
 - Pomocí známé produktivity práce
- Dodržení lhůty výstavby a termínu dokončení závisí kromě dodavatele také na:
 - Spolupráci investora (včasné informační toky, předání staveniště bez práv třetích osob, řádné platební morálce)
 - Na dodavatelích technologického zařízení
 - Na dodavatelích, resp. subdodavatelích materiálů, služeb a dalších výkonů (konzultací, měření, projektů apod.)

Struktura časová výrobního procesu

- Příklad výpočtu lhůt
 - Stanovte dobu výstavby MŠ jejíž obestavěný prostor je zaokrouhleně 5000 m³ a THU na 1 m³ je 4.000,- Kč
 - Cena MŠ: $5000 \times 4000 = 20.000.000,-$ Kč
 - Podíl „lidské“ práce a specifikací je 50 : 50
 - Podniková databáze je 1 mil. Kč na pracovníka a rok, tj. přibližně 80 tis.Kč na pracovníka a měsíc
 - Podle rozsahu práce a disponibilních kapacit výrobních pracovníků určíme, že na stavbě bude průměrně pracovat cca 10 pracovníků
 - Doba provádění je pak $T = 10.000.000 / 80.000 \times 10 = 12,5$ měsíců
 - Stanovte dobu trvání betonáže základového pasu budovy, jehož objem je 19 m³, pracnost je 3,24 Nh/ m³, napětí norem je 90 % (provoz investora) a pro betonáž máme k dispozici četu o 5 pracovnících, která provádí výkon ve směně po dobu 8 hodin
 - $T = 19 \times 3,24 / 8,0 \times 0,9 \times 5 = 1,71$ směn tj.cca 2 směny

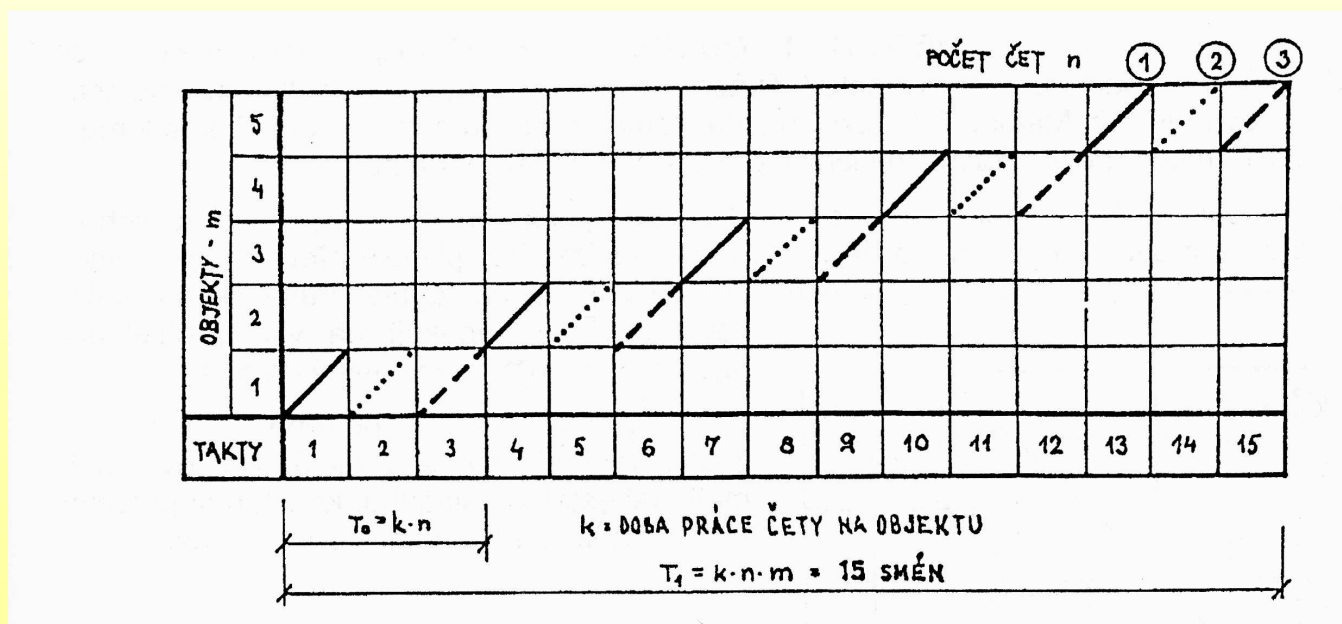
Struktura časová výrobního procesu

- Harmonogram

- Je nejjednodušší a nejužívanější forma časového modelu pro vyjádření průběhu činností v čase
- Model obsahuje část identifikační, výpočtovou a grafickou
- Grafická část má vodorovnou osu v členění hodin, dnů, týdnů, měsíců a roků
- Jednotlivé prvky procesů se vyznačují vodorovnými čarami, které mají různou polohu vzhledem k časové ose a ostatním činnostem
- Směr se udává zleva doprava, čára udává délku trvání
- Přerušení čáry udává přestávku
- Harmonogram zpracováváme ručně nebo na počítačích, forma zpracování není dána žádnou normou
- Využitelnost harmonogramu v reálné výstavbě klesá se složitostí stavby, s rostoucím množstvím závislostí mezi jednotlivými činnostmi a s potřebou její aktualizace

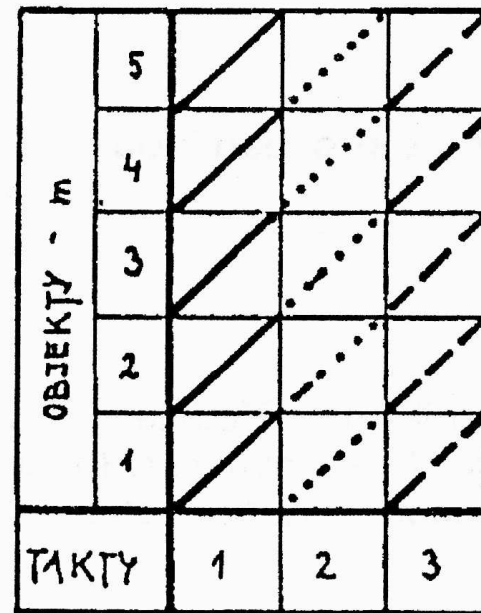
Struktura časová výrobního procesu

- Časoprostorový graf
 - Základní metody stavění, které se liší organizací výrobního procesu
 - Metoda postupná
 - Metoda souběžná
 - Metoda proudová
 - Metoda postupná – zkoumají se záběry m, takty k, počty čt n



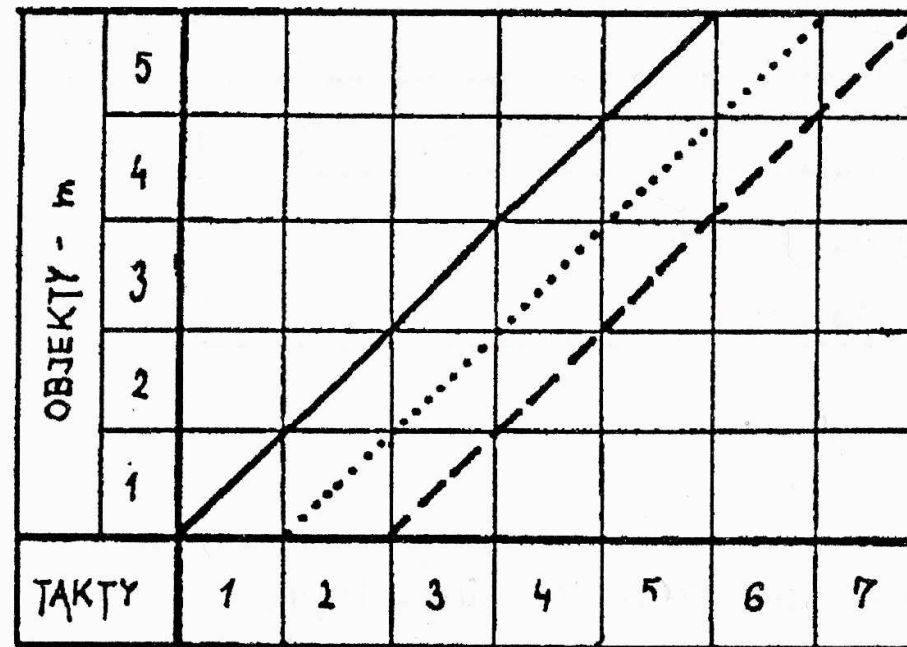
Struktura časová výrobního procesu

- Metoda souběžná – zkoumají se takty k, počty čer n



Struktura časová výrobního procesu

- Metoda proudová – zkoumají se záběry m, takty k, počty čer n



$$T_0 = k \cdot n$$
$$T_3 = 7 \text{ SMĚN}$$
$$T_3 = k(m+n-1)$$

Struktura časová výrobního procesu

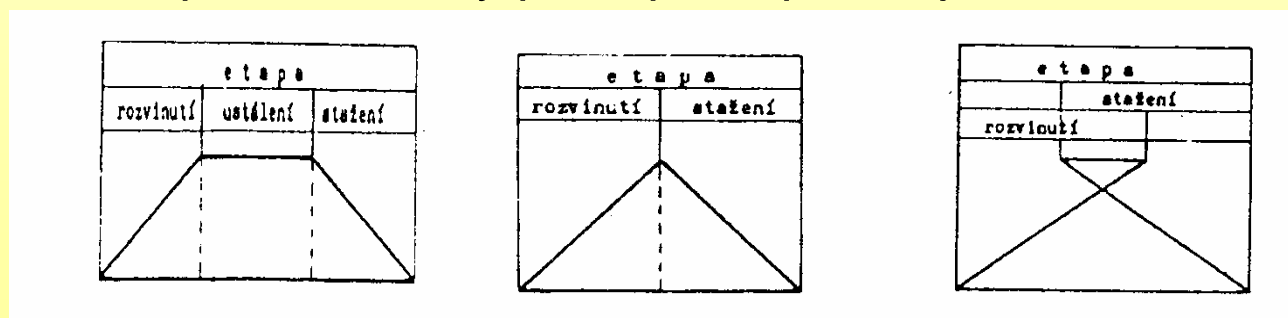
- Zhodnocení jednotlivých metod
 - Postupná metoda
 - Nejpomalejší
 - Nákladná z hlediska firmy
 - Je plynulá
 - Není rovnoměrná
 - Souběžná metoda
 - Nejrychlejší
 - Velká kumulace zdrojů
 - Nejnákladnější z hlediska firmy i investora
 - Proudová
 - Nejoptimálnější
 - Problematické vytvoření podmínek pro její využití
 - Rovnoměrné a plynulé nasazení zdrojů
- V praxi je třeba počítat s využitím a kombinací všech tří metod

Struktura časová výrobního procesu

- Podmínky pro uplatnění proudové metody
 - Ve výrobním procesu musí být větší počet věcně i technologicky shodných prvků
 - Výrobní proces je možno rozčlenit na dílčí samostatné technologické procesy, které budou zabezpečovat specializované pracovní čety
 - Dílčí procesy musí na sebe vzájemně navazovat, ukončením jedné činnosti musí být vytvořen prostor pro činnost následující
 - Stavba musí obsahovat určitý počet různě rozpracovaných úseků (záběrů), na kterých se postupně a plynule střídají jednotlivé pracovní čety
- Proudovou metodu využíváme zejména na stavbách, které se skládají z více opakovatelných nebo podobných objektů (obytné domy, inženýrské sítě, velké zpevněné plochy aj.)

Struktura časová výrobního procesu

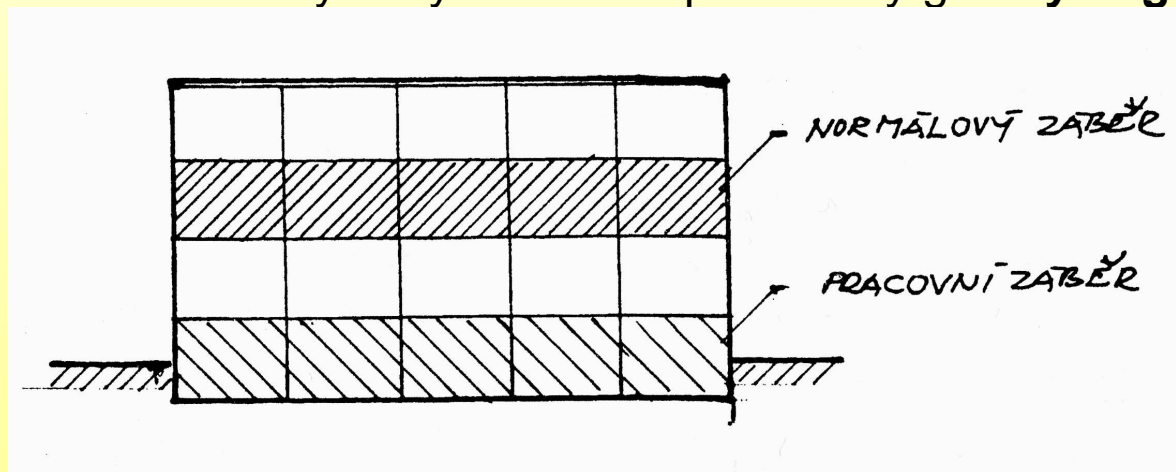
- Znaky proudu
 - **Plynulost** – spočívá v tom, že práce na jednotlivých záběrech probíhá bez přerušení
 - **Rovnoměrnost** – spočívá v tom, že jednotlivé zdroje jsou nasazovány do výroby bez přerušení
- Stavební proud se skládá ze tří hlavních období
 - Rozvinutí proudu – čtyři nastupují postupně za sebou
 - Ustálení proudu – všechny čtyři pracují na záběrech (čím je větší počet stejných záběrů tím je tato etapa delší a práce ekonomičtější)
 - Stažení proudu – čtyři postupně opouštějí stavbu



Struktura časová výrobního procesu

- Parametry proudu

- **Záběr** – základní prostorová jednotka, je to obvykle část objektu, kterou četa „zabírá“, záběr musí být vždy ucelenou prostorovou jednotkou a musí četě poskytovat dostatečný pracovní prostor.
- Záběry, kterými prochází všechny čety zařazené do objektového proudu nazýváme **normálovými**, ostatní, kterými procházejí jen některé čety jsou záběry pracovní
- Na normálové záběry zpracováváme tzv.technologický normál, jako vstupní hodnoty pro časoprostorový graf
- U proudové metody nazýváme časoprostorový graf **cyklogram**

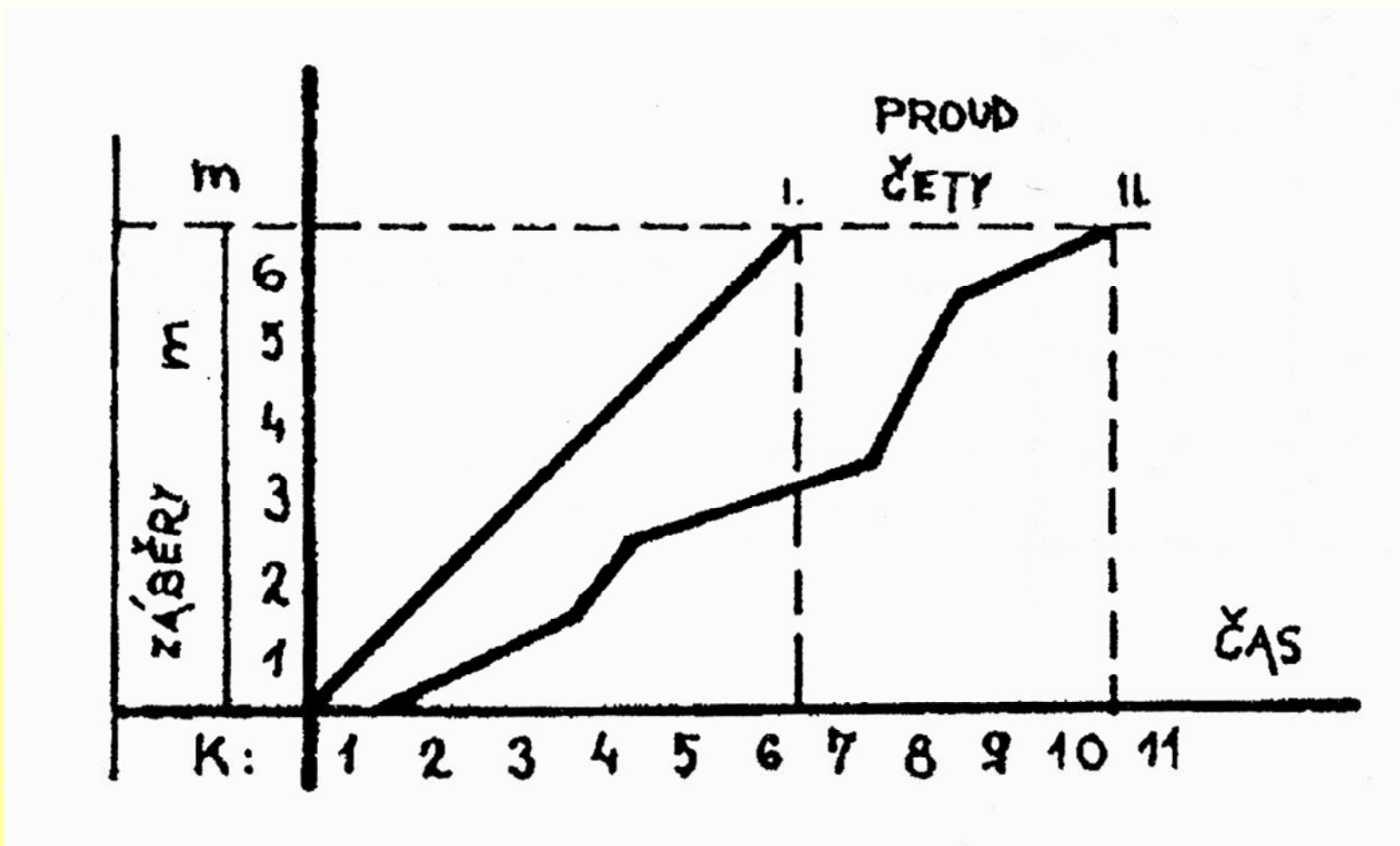


Struktura časová výrobního procesu

- Parametry proudu
 - **Takt** – je doba, po kterou pracuje četa na jednom záběru
 - Je závislý na rozsahu produkce a na pracnosti, vyplývající z rozsahu produkce při určité výrobní technice
 - Bývá vyjádřen zpravidla celým číslem udávající počet směn trvání procesu
 - Takt určuje rychlost postupu prací
- Druhy proudů
 - Dle zaměření, obsahu a vztahu ke stavbě rozlišujeme proudy komplexní (stavbové), objektové, stádiové a dílčí
 - Dílčí proudy rozeznáváme
 - Rytmické – takt je na všech záběrech stejný (spíše teorie)
 - Nerytmické – takt je na záběrech různý (v praxi)

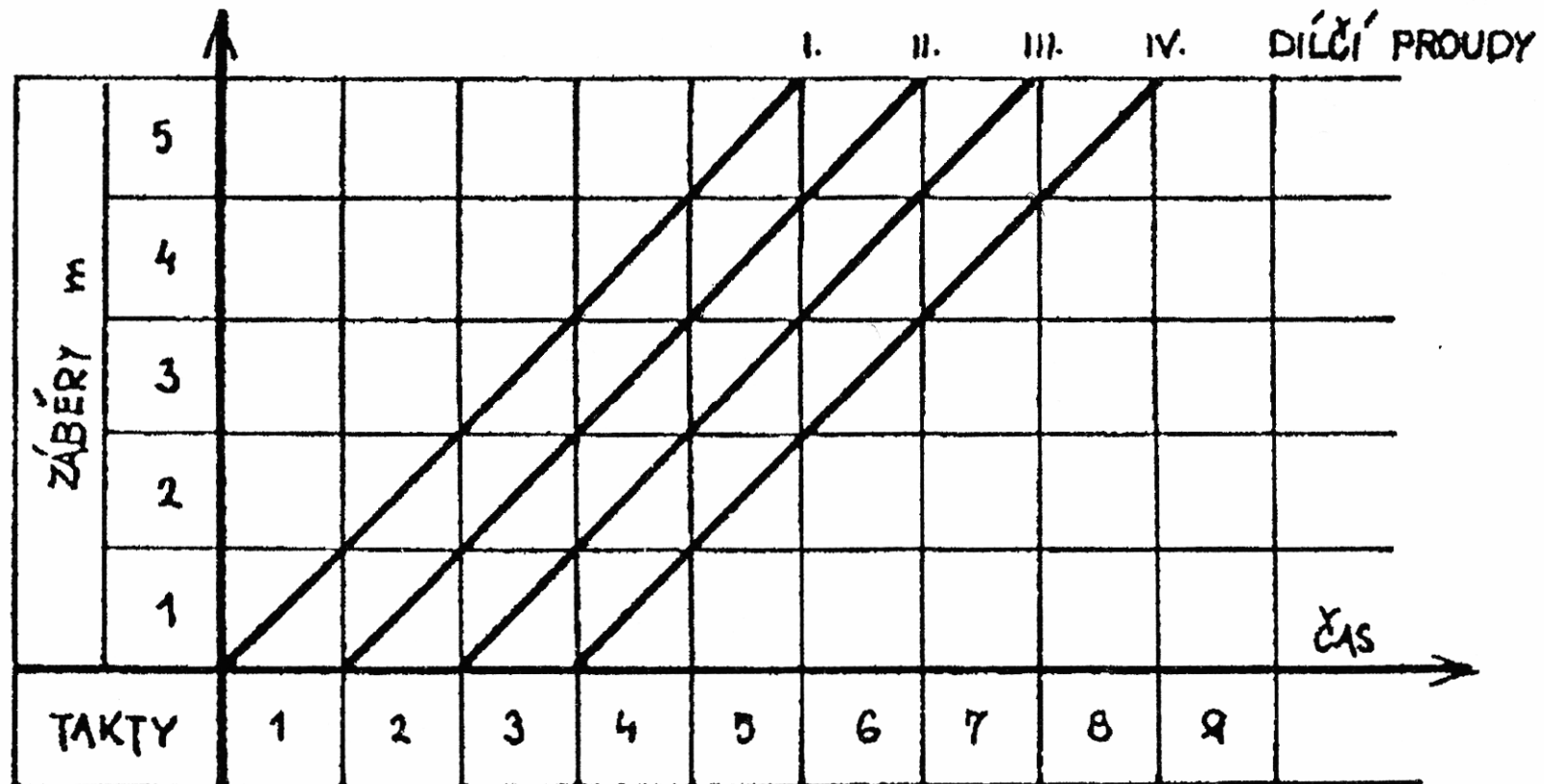
Struktura časová výrobního procesu

– Rytmické a nerytmické proudy



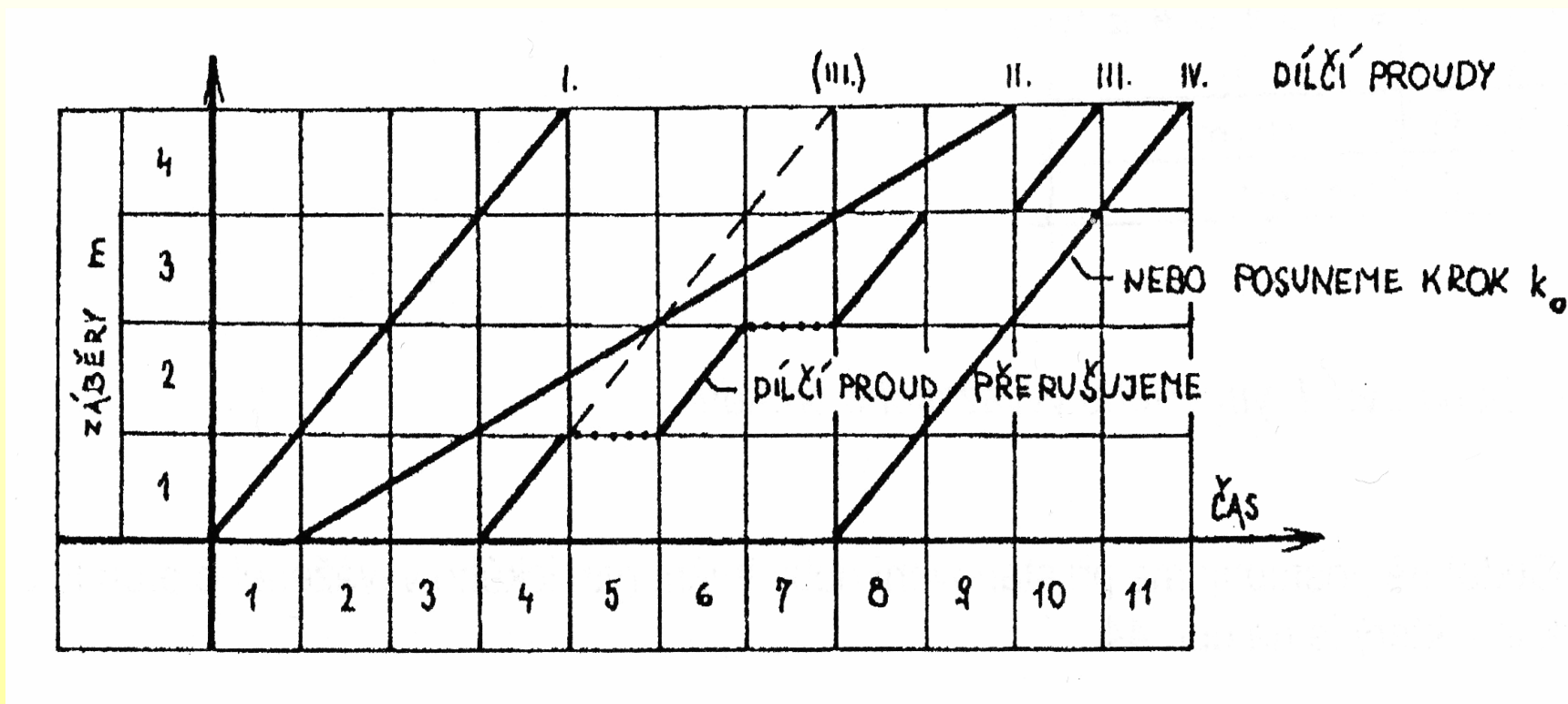
Struktura časová výrobního procesu

- Rytmické proudy mohou být:
 - Vyvážené – záběry všech dílčích proudů mají stejné takty



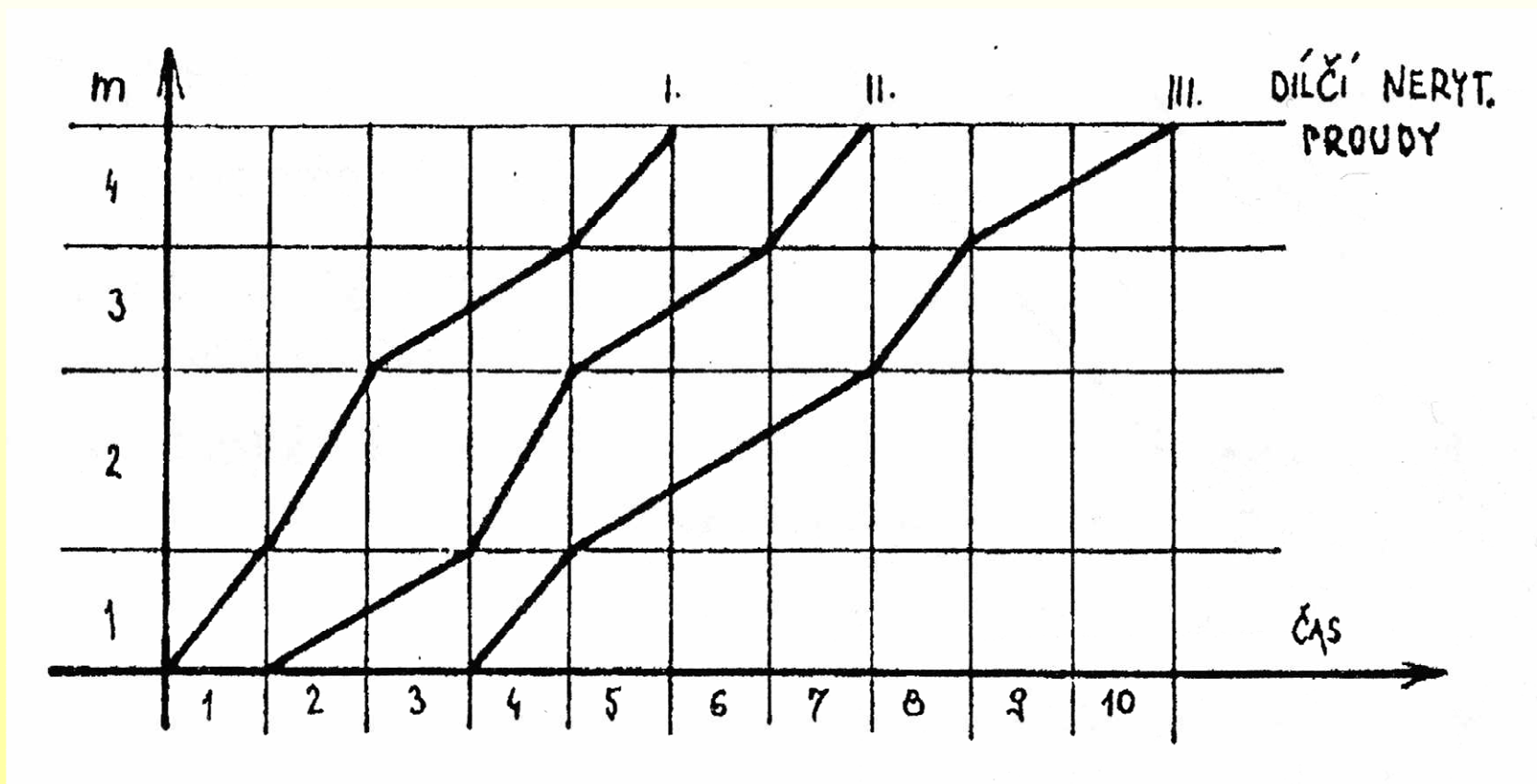
Struktura časová výrobního procesu

- Rytmické proudy mohou být:
 - **Nevyvážené** – takty záběrů dílčího proudu jsou stejné, ale ve vztahu k ostatním dílčím proudům jsou různé (nestejně dlouhé)



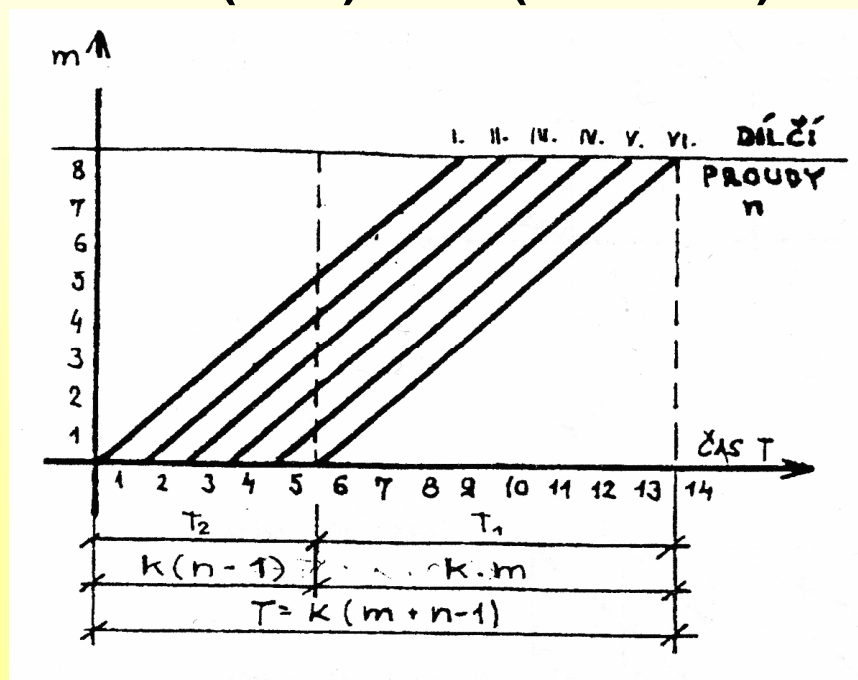
Struktura časová výrobního procesu

- Nerytmické proudy jsou:
 - **Nevyvážené** – takty záběrů dílčích proudů jsou různé (nestejně dlouhé)



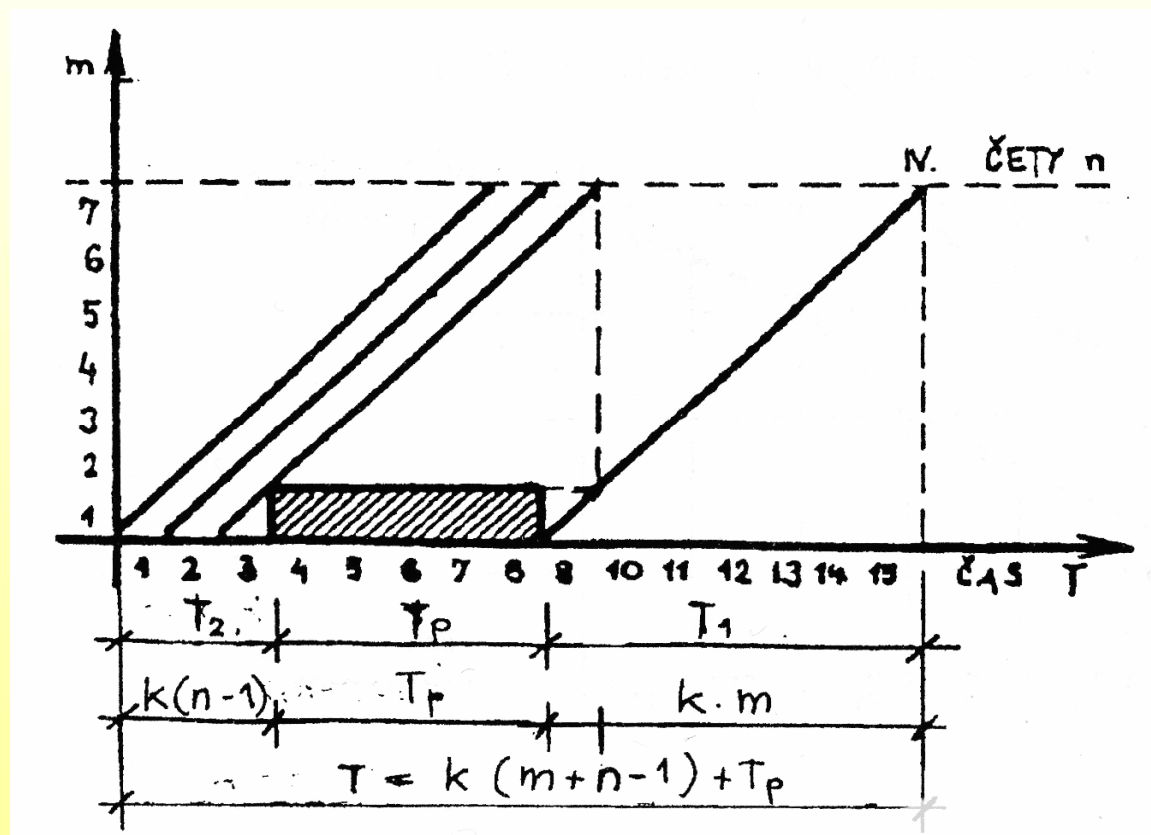
Struktura časová výrobního procesu

- Stanovení doby trvání proudu
 - Doba trvání dílčího rytmického proudu
 $T = k \times m$, kde k – takt proudu, m – počet záběrů
 - **Doba trvání rytmického vyváženého proudu**
 $T = T_1 + T_2$, dosazením hodnot dostaneme pak vztah
 $T = k \times m + k \times (n - 1) = k \times (m + n - 1)$



Struktura časová výrobního procesu

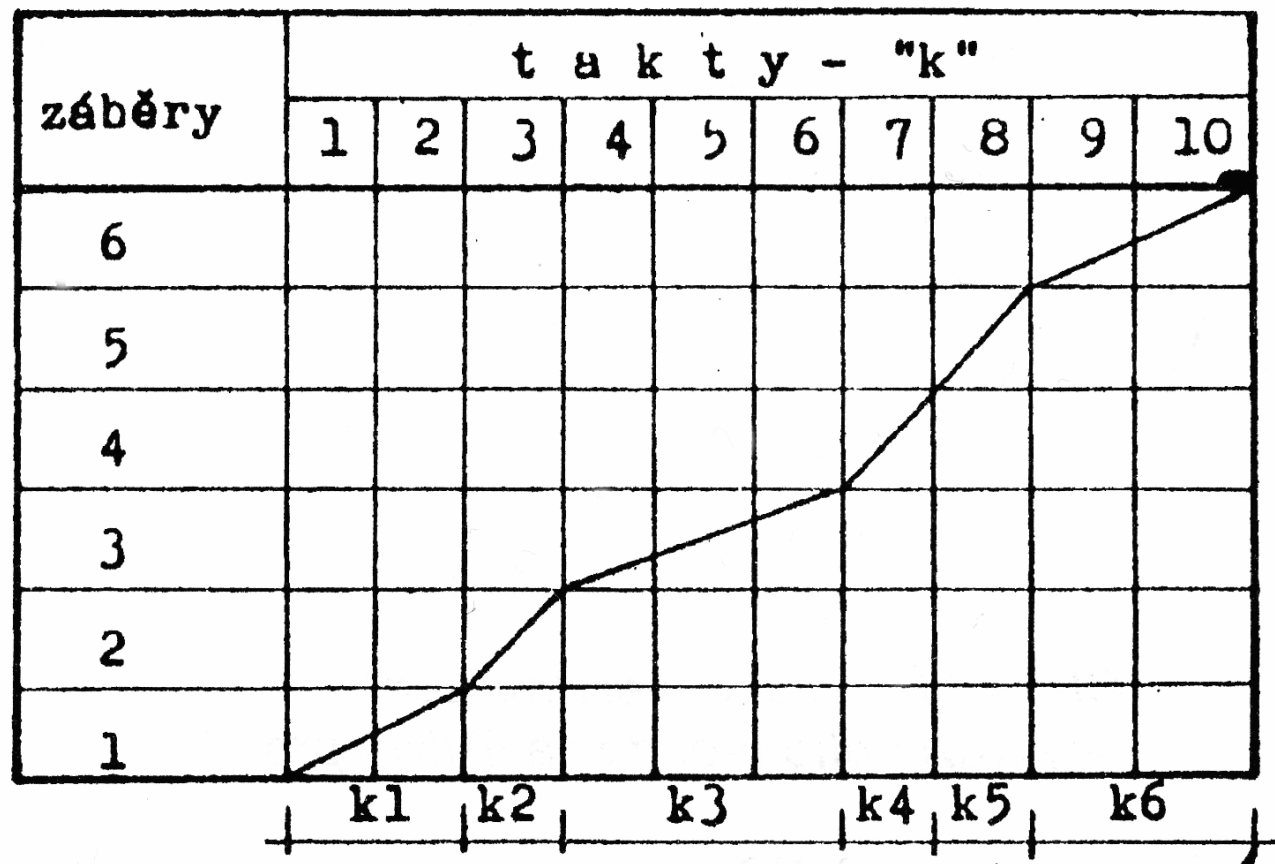
- Doba trvání rytmického vyváženého proudu s přestávkami
 $T = T_1 + T_p + T_2$, dosazením hodnot dostaneme pak vztah
 $T = k \times m + T_p + k \times (n - 1) = k \times (m + n - 1) + T_p$



Struktura časová výrobního procesu

- Doba trvání dílčího nerytmického proudu

$T = k_1 + k_2 + \dots + k_n$, stanovíme jako součet všech intervalů (kroků) dílčího proudu



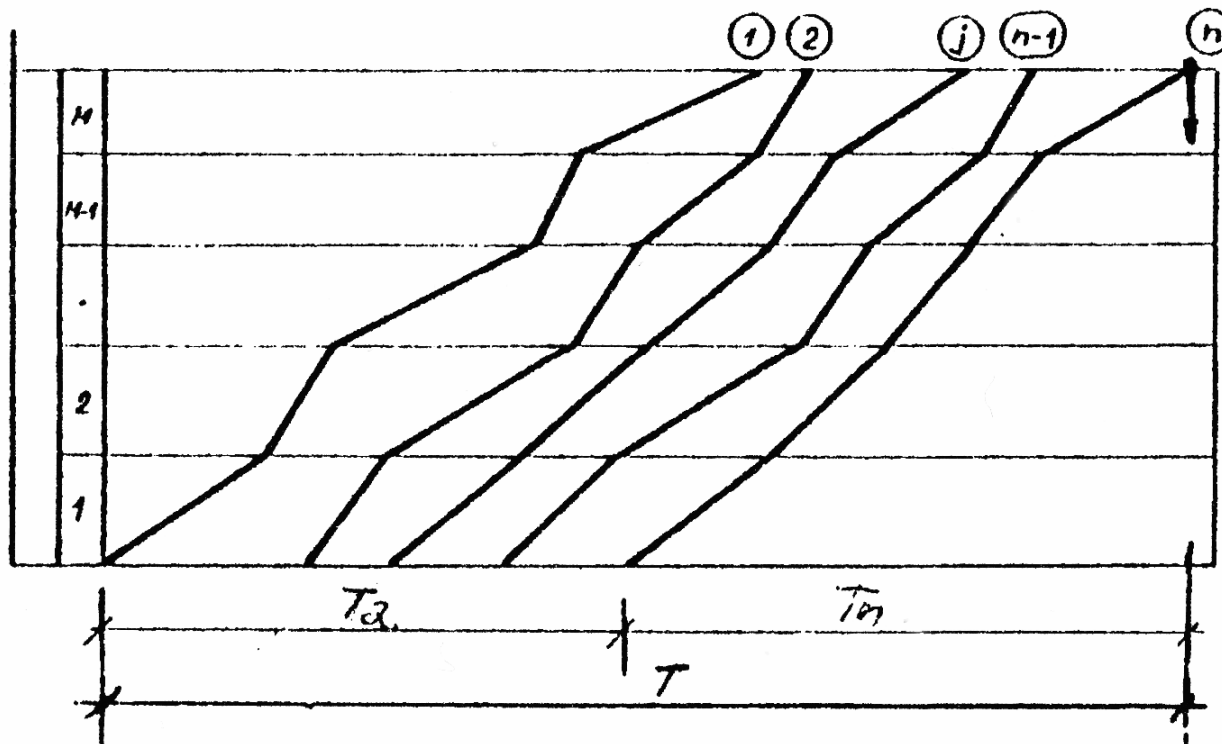
Struktura časová výrobního procesu

- Celková doba trvání komplexního nerytmického proudu

$T = T_A + T_N$, stanovíme nejlépe graficky z cyklogramu

T_A – doba od zahájení výrobního procesu do nástupu n-té čety

T_N – doba trvání n – tého dílčího proudu



Struktura časová výrobního procesu

- Nástup pracovních čet do výrobního procesu
 - **Je roven taktu proudu** (v předcházejících ukázkách)
 - **Je kratší než takt proudu** – nastupuje následující četa do záběru dříve, než ji předchozí četa opustí. Takto lze organizovat práci na velkých záběrech (dostatečný prostor), vždy ale musí být zachován určitý minimální odstup tzv. **kritické přiblížení**
 - **Je delší než takt proudu** – po odchodu předchozí čety se na záběru určitou dobu nepracuje. Tyto případy jsou známy jako technologické přestávky nebo jsou dané organizačními opatřeními (pokud má následující proud vyšší rychlost oddalujeme tím kritické přiblížení nebo dokonce kolizi čet)

Struktura časová výrobního procesu

- Vyvažování proudů
 - Při zpracování stavebně technologického procesu dbáme na to, aby jednotlivé dílčí proudy postupovaly co možná nejrovnoměrněji
 - Dílčí proud je pomalejší než ostatní proudy - musíme jej zrychlit
 - Zvýšením počtu pracovníků
 - Zvýšením počtu hodin ve směně
 - Zavedením druhé směny
 - Rozčleněním dílčího proudu na dva a více proudů
 - Nasazením souběžných čet
 - Dílčí proud je rychlejší než ostatní proudy – musíme jej zpomalit
 - Snížením počtu pracovníků
 - Dočasným převedením pracovníků na jinou práci
 - Zkrácením směny
 - V praxi používáme kombinace výše uvedených metod

Struktura časová výrobního procesu

- Vyvažování proudů
 - **Nejdůležitější úkol** při vyvažování je **zjistit objem produkce a stanovit počet pracovníků** jednotlivých dílčích proudů
 - Z plánovaných činností výrobního procesu vybereme tu činnost, která je rozhodující pro daný výrobní proces – tzv. **řídící činnost** a dílčí proud, který ji bude zabezpečovat – tzv. **dílčí řídící proud**
 - Pro tento dílčí řídící proud stanovíme optimální počet pracovníků
 - Pro ostatní **dílčí řízené proudy** stanovíme optimální počet pracovníků na základě zjištěného objemu produkce
 - Platí pravidlo, pokud mají jednotlivé dílčí proudy vytvářet rytmické vyvážené proudy, musí být doby trvání jejich činností na jednotlivých záběrech stejné

$$T_j = T_k$$

kde T_j doba trvání j-tého dílčího proudu

kde T_k doba trvání k-tého dílčího proudu

Struktura časová výrobního procesu

- Vyvažování proudů
 - Pro objemy prací stanovených fyzikálními veličinami a pracností
 $Nh_j / (h_j \times k_j \times d_j) = Nh_k / (h_k \times k_k \times d_k)$
 - Určíme-li jako dílčí řídicí proud j , stanovíme pro něj optimální počet pracovníků čety a vypočteme dobu trvání **T_j** dostaneme vztah

$$T_j = Nh_k / (h_k \times k_k \times d_k), \text{ tedy } d_k = Nh_k / (T_j \times h_k \times k_k)$$

Struktura časová výrobního procesu

- Vyvažování proudů – příklady
 - Stanovte počty pracovníků dílčích proudů zabezpečující stavbu základů. Pracnost jednotlivých činností je podle výrobní kalkulace následující:
 - Bednění 1285 Nh
 - Armování 1005 Nh
 - Betonáž 1618 Nh
 - Jako řídicí proud zvolíme betonáž, kterou představuje četa o 5 pracovnících
 - Vypočteme dobu trvání dílčího řídicího proudu, koeficient napětí je 100%
$$T_{\text{bet}} = 1618 / (8,0 \times 1,0 \times 5) = 40,45, \text{ tedy } 40 \text{ dní}$$
 - Vypočteme počet železářů
$$D_{\text{žel}} = 1005 / (8,0 \times 1,0 \times 40) = 3,14, \text{ tedy } 3 \text{ železáři}$$
 - Vypočteme počet tesařů
$$D_{\text{tes}} = 1285 / (8,0 \times 1,0 \times 40) = 4,02, \text{ tedy } 4 \text{ tesaři}$$

Struktura časová výrobního procesu

- Vyvažování proudů – příklady
 - Stanovte optimální počty pracovníků pro provedení základů stavby
 - K dispozici máme tyto údaje

Činnost	Náklady v tis.Kč	Produktivita práce 1 pracovníka v tis.Kč/rok
Bednění	35	250
Armování	30	800
Betonáž	160	600

Struktura časová výrobního procesu

- Vyvažování proudů – příklady
 - Stanovíme časovou jednotku, ve které chceme počítat dobu trvání činnosti např.den
 - Na tuto jednotku převedeme produktivitu práce – rok má cca 200 dní
 - Určíme dílčí řídicí proud např.bednění
 - K dispozici máme četu o 4 pracovnících
 - Vzhledem k objektivním skutečnostem budeme uvažovat $k_{tes} = 0,9$
 - Doba trvání dílčího proudu je
 $T_{bed} = 35 / (0,9 \times 1,25 \times 4) = 7,78$, tedy 8 dní
 - Obdobně vypočteme počet železářů a betonářů
 - Vzhledem k použité mechanizaci a obtížnosti práce volíme u železářů $k_{žel} = 0,75$, u betonářů $k_{bet} = 1,1$
 $d_{žel} = 30 / (0,75 \times 4 \times 8) = 1,25$, tedy 2 železáře
 $d_{bet} = 160 / (1,1 \times 3 \times 8) = 6,06$, tedy 6 betonářů

Struktura časová výrobního procesu

- **Cyklogram – časoprostorový graf**

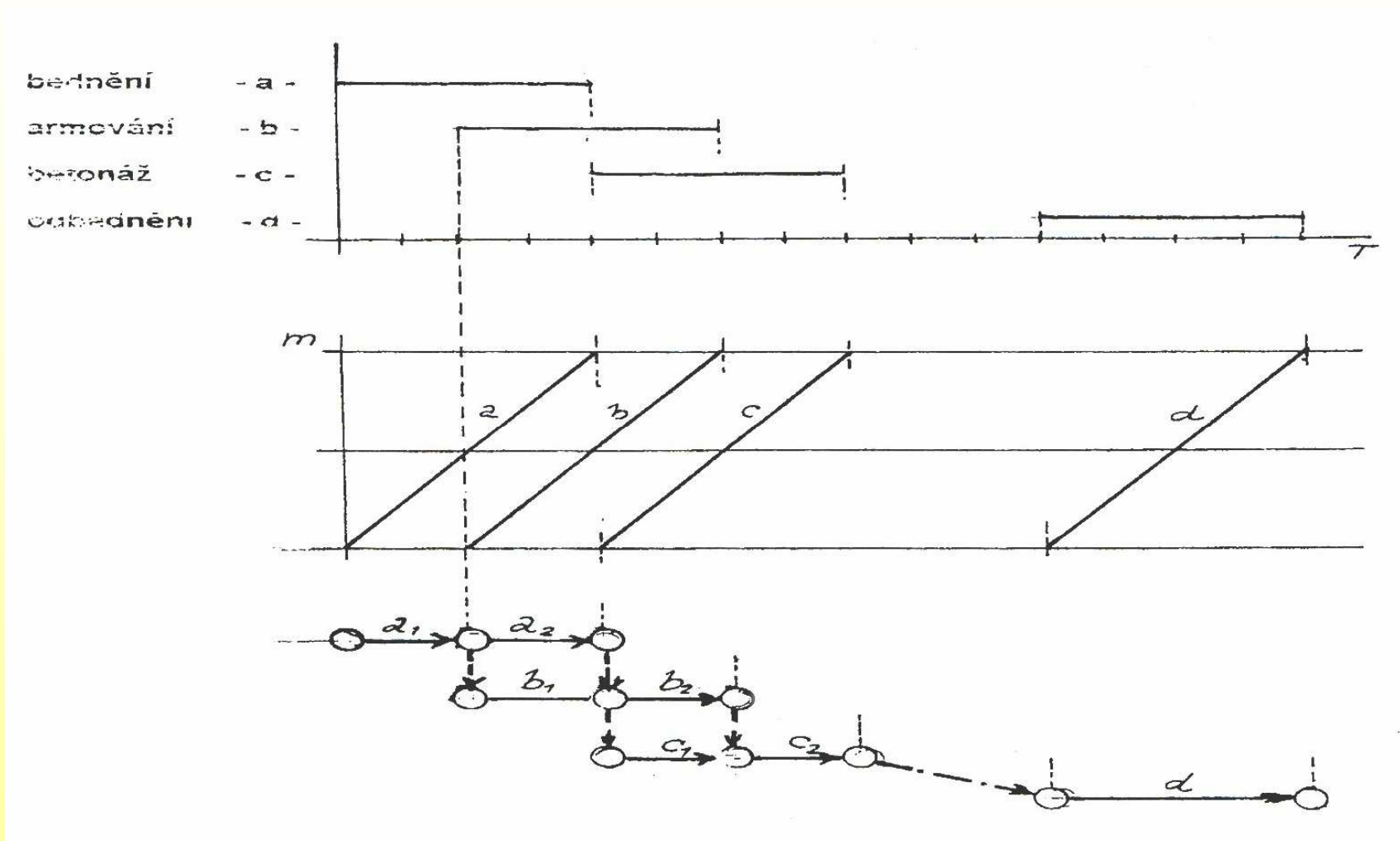
- Je využíván u proudové metody výstavby
- Znázorňuje průběh práce jednotlivých čt obvykle vzhledem k vodorovné ose a současně k prostoru na svislé ose
- Na vodorovnou osu vynášíme zvolené časové jednotky
- Na svislou osu vynášíme do řádků pod sebe prostorové jednotky (záběry) podle potřeby rozlišovací úrovně cyklogramu (objekty, technologická stádia, podlaží)
- Zvolené záběry vyneseme ve finančních nebo fyzických jednotkách a očíslováme ve schématu postupu proudu
- Průběh činností se vyznačuje přímkou nebo lomenou čarou, která odpovídá průběhu práce v prostoru a čase
- Čáry by měly být označeny popisem pro lepší čitelnost a orientaci
- Ze zobrazeného cyklogramu lze vyčíst
 - Plynulost postupu prací (nepřerušená čára)
 - Rychlost postupu prací (strmá nebo plochá čára)
 - Vzájemné zobrazení činností (rovnoběžnost nebo křížení dílčích proudů)
 - Pořadí a směr postupu činností a jejich vzájemné vazby

Struktura časová výrobního procesu

- Síťové grafy
 - Nedostatky harmonogramu a časoprostorových grafů
 - Stanovené termíny jsou pevné a nedají se v průběhu operativně měnit
 - Přehled vazeb je jen povrchní a u složitějších modelů značně nepřehledný
 - Není přehled o důležitosti a významu jednotlivých činností pro stanovenou dobu výstavby
 - Aktualizace zpracovaných modelů je pracná a ve většině případů vyžaduje kompletní předělání modelu
 - Všechny výše uvedené nedostatky odstraňuje síťový graf
 - SG byly zavedeny do vědeckého oboru operační analýzy již za 2.světové války, pomocí SG se plánovaly kosmické programy Apollo

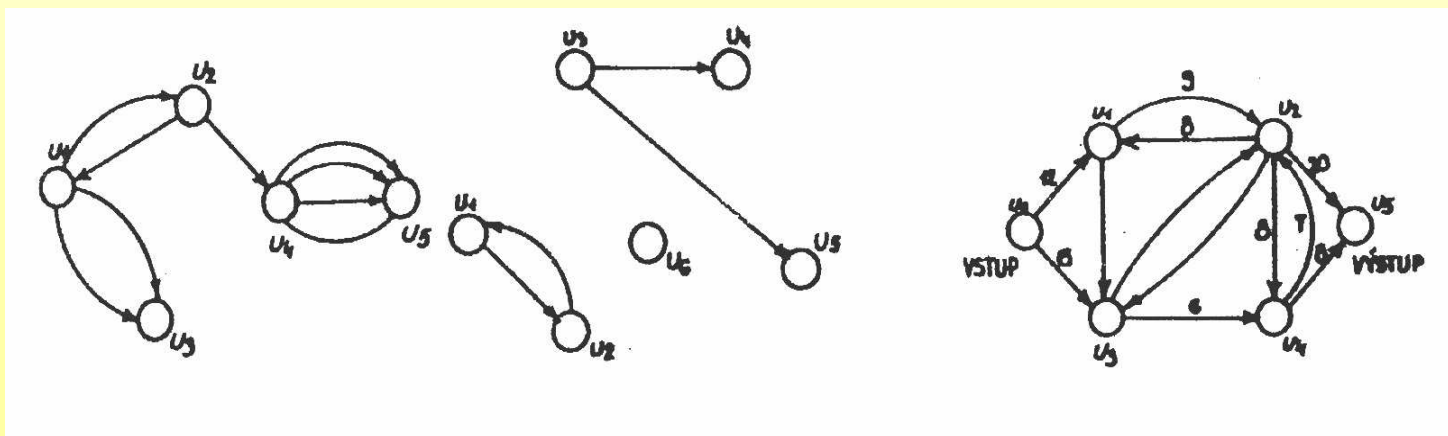
Struktura časová výrobního procesu

Vazba mezi jednotlivými časovými modely



Struktura časová výrobního procesu

- Síťový graf je systém skládající se z bodů a spojnic
- Body se nazývají **uzly** a spojnice **hrany**
- Z hlediska teorie grafů je každý síťový graf
 - **Konečný** – má konečný počet uzlů a hran
 - **Souvislý** – není nikde přerušovaný
 - **Orientovaný** – hrany mají určitý směr
 - **Hranově (uzlově) ohodnocený** – má přiřazeny hodnoty
 - **Má vždy jeden konec a jeden začátek**



Struktura časová výrobního procesu

- Druhy síťových grafů
 - **Stochastické**
 - **Deterministické**
 - Hranově definované
 - Uzlově definované
- **Stochastické** – využívají pro stanovení doby trvání činnosti pravděpodobnost
 - Metoda PERT (Program Evolution and Review Technique) je založena na výpočtu očekávané doby trvání času ze vzorce
$$t = (a + 4 \times m + b) / 6$$
kde
 - a** – optimisticky nejkratší čas trvání činnosti
 - b** – nejpesimističtější čas trvání činnosti
 - m** - nejpravděpodobnější čas trvání činnosti
 - Počítáme hodnoty rozptylu podle Gaussovi křivky, zkoumáme nekritické cesty včetně podmínek za nichž se můžou stát kritickými, určíme pravděpodobnost dodržení, resp. překročení plánovaných termínů, celkovou dobu realizace projektu a jeho dílčích etap

Struktura časová výrobního procesu

- **Deterministické grafy**
 - Doba trvání jednotlivých činností je matematicky stanovena
 - Grafy typu CPM (Critical Path Method – metoda kritické cesty)
 - Hranově definovaný SG
 - Uzlově definovaný SG
- **Názvosloví a základní pojmy** - je dáno normou ČSN 01 0111 „Názvosloví metod síťové analýzy“
 - **Projekt** – soubor činností, ze kterých se skládá námi řešený pracovní proces, jeho modelem je síťový graf
 - **Činnost** – základní prvek síťového grafu, který představuje určitou, předem vymezenou část projektu. Klade nároky na čerpání času, případně zdrojů, má dynamický charakter
 - **Síťový graf** – grafické zobrazení (model) projektu, vyjadřující závislost mezi činnostmi
 - **Hranově definovaný síťový graf** – síťový graf v němž jsou činnosti znázorněny hranami
 - **Uzlově definovaný síťový graf** – síťový graf v němž jsou činnosti znázorněny uzly

Struktura časová výrobního procesu

- **Názvosloví a základní pojmy** - je dáno normou ČSN 01 0111 „Názvosloví metod síťové analýzy“
 - **Uzel** – jeden ze základních prvků síťového grafu
 - V hranově definovaném SG představuje okamžik zahájení nebo ukončení jedné nebo více činností, neklade nároky na čas ani zdroje, je statického charakteru
 - V uzlově definovaném SG představuje činnost
 - **Hrana** – spojnice dvou uzlů
 - **Cesta v síťovém grafu** – posloupnost činností, která prochází od počátečního uzlu do koncového uzlu SG
 - **Cyklus** – cesta, která začíná a končí ve stejném uzlu
 - **Smyčka** – hrana, která začíná a končí ve stejném uzlu
 - **Milník** – uzel, který představuje určitý rozhodující stav projektu
 - **Topologie síťového grafu** – vzájemný vztah činností a uzlů SG vyjadřující jejich návaznosti
 - **Zdroj** – pracovníci, mechanismy, materiál, finanční prostředky, energie nutné k zabezpečení činnosti

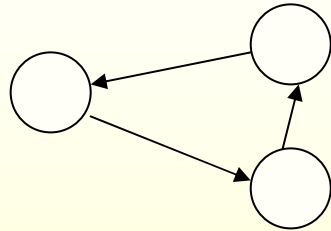
Struktura časová výrobního procesu

- **Názvosloví a základní pojmy** - je dáno normou ČSN 01 0111 „Názvosloví metod síťové analýzy“
 - **Nejdříve možný začátek činnosti** – časový okamžik, v němž se **může** příslušná činnost nejdříve zahájit, značíme ji **ZM**, resp. $T_i^{(0)}$
 - **Nejdříve možný konec činnosti** – časový okamžik, v němž **je možné** příslušnou činnost nejdříve ukončit, značíme ji **KM**, resp. $T_j^{(0)}$
 - **Nejpozději přípustný začátek činnosti** – časový okamžik, v němž se **musí** příslušná činnost nejpozději zahájit, značíme ji **ZP**, resp. $T_i^{(1)}$
 - **Nejpozději přípustný konec činnosti** – časový okamžik, v němž **se musí** příslušná činnost nejpozději ukončit, značíme ji **KP**, resp. $T_j^{(1)}$
 - **Časová rezerva** – počet časových jednotek, které jsou k dispozici pro splnění příslušné činnosti navíc kromě stanovené doby jejího trvání

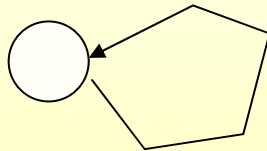
Struktura časová výrobního procesu

- Síťový graf nesmí obsahovat

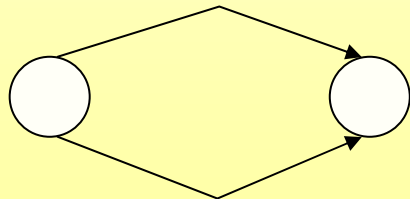
- Cyklus



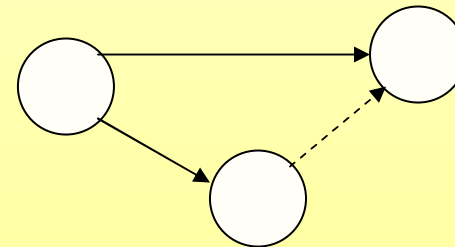
- Smyčku



- Multigraf



odstranění multigrafu



Struktura časová výrobního procesu

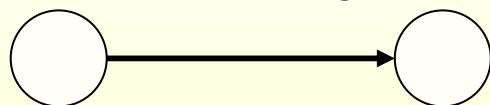
- Sítový graf hranově definovaný
 - Je konečný, souvislý, orientovaný, ohodnocený graf s jedním koncem a jedním začátkem
 - **Hrany** představují činnosti daného projektu, mají dynamický charakter
 - **Uzly** představují časový okamžik – stav, mají statický charakter
 - Pro vazbu mezi činnostmi na jedné cestě platí vztah, že po ukončení jedné činnosti může následovat činnost další
 - Doba trvání jednotlivých činností a hodnota případných zdrojů je dána ohodnocením hran

Struktura časová výrobního procesu

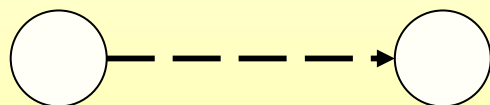
- Sítový graf hranově definovaný

- Rozeznáváme následující druhy činností

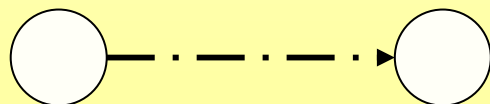
- **Reálná** - realizuje se, má vlastní konkrétní obsah, klade nároky na čas a zdroje, v grafu je zobrazena plnou čarou



- **Fiktivní** – vyjadřuje závislost mezi činnostmi, doba trvání je nulová a neklade nároky na zdroje, v grafu je znázorněna čárkovanou čarou



- **Distanční** – vyjadřuje závislost mezi uzly a činnostmi (odstupy, předstihy), klade nároky na čas, neklade nároky na zdroje, zakreslujeme ji čerchovaně



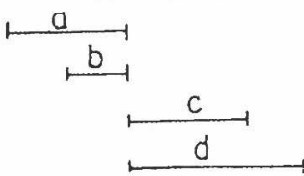
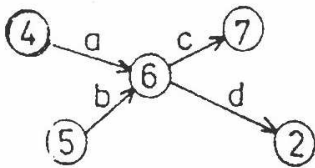
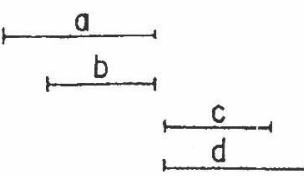
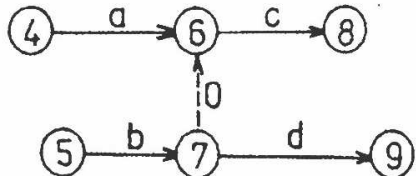
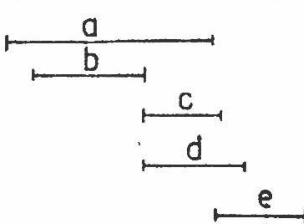
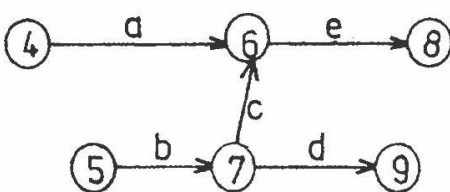
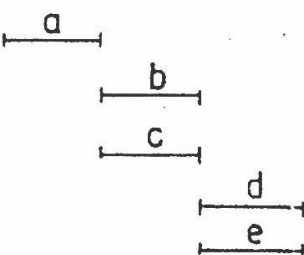
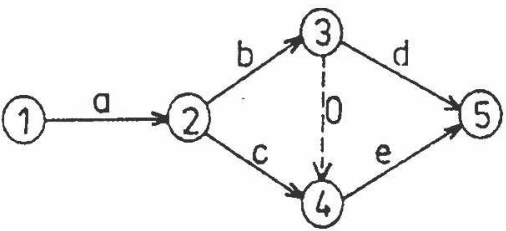
Struktura časová výrobního procesu

Znázorňování závislostí mezi činnostmi

Číslo	Popis příkladu	Zápis činnosti v harmonogramu	Zápis činnosti v síťovém grafu	Poznámka
1.	Činnost „a“.			Uzel 1 je začátkem a uzel 2 koncem činnosti a.
2.	Dvě činnosti „a“ a „b“. Činnost „b“ lze začít po ukončení činnosti „a“.			
3.	Dvě činnosti „a“ a „b“ o stejné době trvání, které mají začít i skončit současně.		<p><i>i.</i> </p> <p><i>ii.</i> </p> <p><i>iii.</i> </p>	Použití způsobu I nebo II závisí na činnostech začínajících a končících ve znázorněných uzlech. Použití způsobu III je nepřijatelné - Vzniká multigraf.
4.	Dvě činnosti „a“ a „b“ nekončící současně; činnost „b“ lze začít po splnění určité části činnosti „a“.			Nový uzel 31 dělí činnost „a“ na dvě etapy.
5.	Tři činnosti „a“, „b“ a „c“. Činnosti „b“ a „c“ mohou začít po skončení činnosti „a“.		<p><i>ii.</i> </p> <p><i>iii.</i> </p>	Zápis II používáme, chceme-li všechny činnosti ponechat mezi činnostmi základními. Zápis III používáme, chceme-li činnost „c“ zahrnout do jiné skupiny prací

Struktura časová výrobního procesu

Znázorňování závislostí mezi činnostmi

6.	Čtyři činnosti „a“, „b“, „c“ a „d“. Činnosti „c“ a „d“ lze začít teprve po skončení činnosti „a“ a „b“.			
7.	Čtyři činnosti „a“, „b“, „c“, „d“. Činnost „c“ lze začít po skončení činností „a“ a „b“, činnost „d“ lze začít ihned po skončení činnosti „b“.			
8.	Pět činností „a“, „b“, „c“, „d“ a „e“. Činnost „e“ lze začít po splnění činností „a“ a „c“, jejíž začátek je podmíněn skončením činnosti „b“. Pro začátek činnosti „d“ stačí splnění činnosti „b“.			
9.	Pět činností „a“, „b“, „c“, „d“ a „e“. Činnost „e“ lze začít po ukončení „b“ a „c“, činnost „d“ po ukončení „b“. Činnosti „b“ a „c“ jsou podmíněny dokončením „a“.			Činnost 3 - 4 trvá 0 časových jednotek, je to tzv. nulová činnost - fiktivní činnost

Struktura časová výrobního procesu

- Postup při sestavování síťového grafu
 - Stanovit potřebné členění projektu na jednotlivé činnosti s ohledem na technologii a postup prací
 - Sestavení výchozího SG
 - Postupné úpravy SG
 - Sestavení a korekci vazeb směrem vpřed
 - Sestavením a korekci vazeb směrem vzad
 - Kombinací všech možných způsobů
- V případech kdy do uzlu vstupuje nebo z něho vystupuje více činností platí pro realizaci uzlu toto pravidlo
 - Každý uzel (vyjma začátku grafu) se realizuje jen tehdy, skončí-li realizace všech činností, které v něm končí (**konjunktivnost vstupu uzlu**)
 - Realizace libovolného uzlu (vyjma konce grafu) znamená, že se začíná s realizací všech činností, které v něm začínají (**determinovanost výstupu uzlu**)
 - Výsledkem je pak konjunktivně-deterministický síťový graf

Struktura časová výrobního procesu

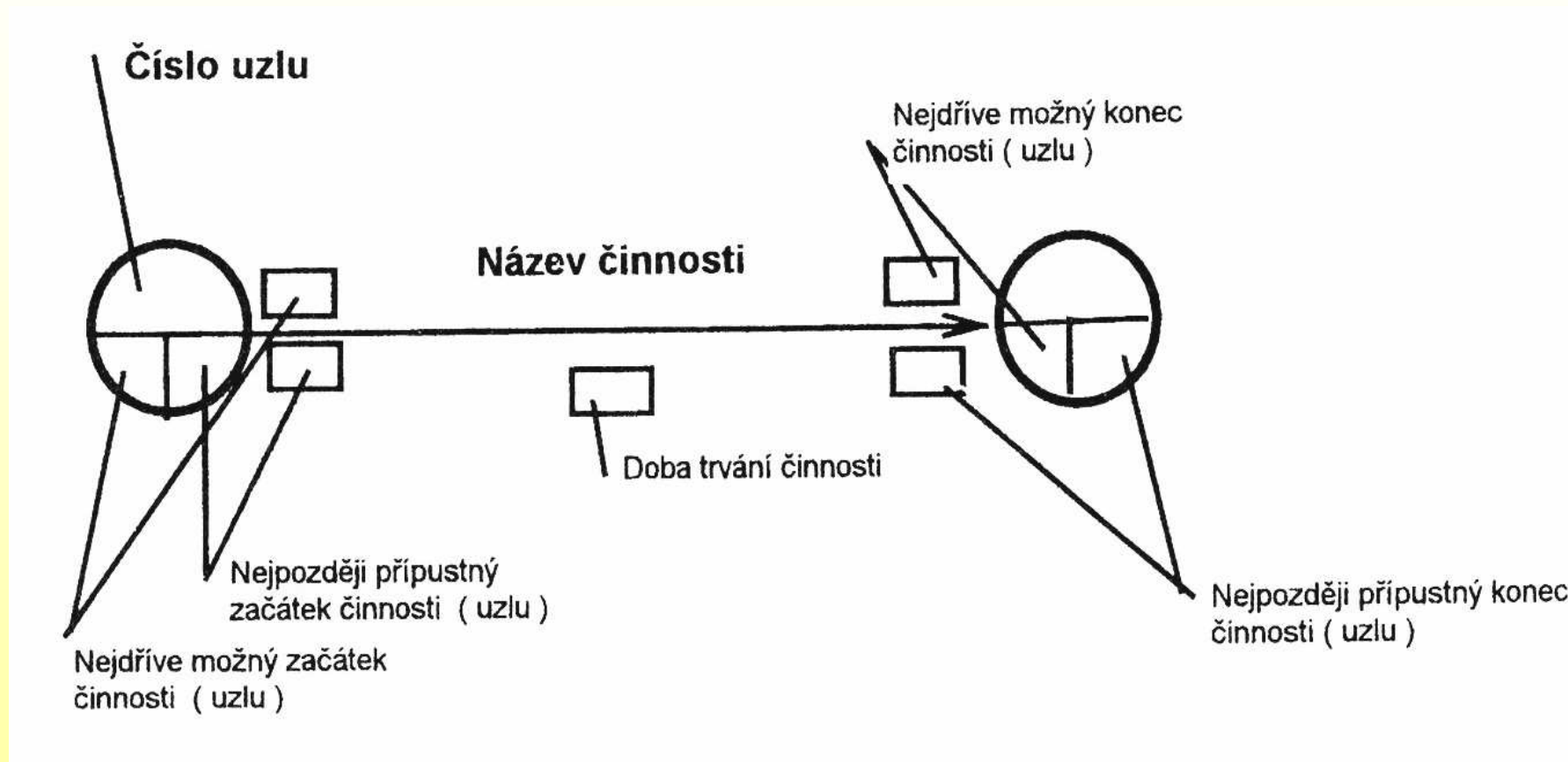
- Postup při výpočtu síťového grafu
 - Zaznamenáváme výpočty přímo do nákresu SG nebo do samostatné tabulky
 - Při výpočtu stanovujeme pro každou činnost čtyři časy
 - Nejdříve možný začátek $t_i^{(0)}$
 - Nejdříve možný konec $t_j^{(0)}$
 - Nejpozději přípustný začátek $t_i^{(1)}$
 - Nejpozději přípustný konec $t_j^{(1)}$
 - Časy nejdříve možné stanovujeme při výpočtu vpřed
 - Časy nejpozději přípustné stanovujeme při výpočtu vzad
 - V případě, že do uzlu vstupuje nebo z něj vystupuje více činností uvažujeme s hodnotou nejvyšší (směrem vpřed) nebo nejnižší (směrem vzad)

Struktura časová výrobního procesu

- Postup při výpočtu síťového grafu
 - U každého uzlu na každé hraně máme tak dva časové údaje
 - Tyto údaje se liší podle délky jednotlivých cest, které vedou do daného uzlu
 - Nejdelší cesta udává celkovou dobu trvání projektu T_n
 - V síťovém grafu tak existuje alespoň jedna cesta, kdy doby možného zahájení a nejpozději přípustného ukončení činnosti splynou
 - Tato cesta nám dává celkovou délku trvání projektu a nazývá se **kritickou**
 - Všechny ostatní cesty jsou kratší a vykazují určité rezervy

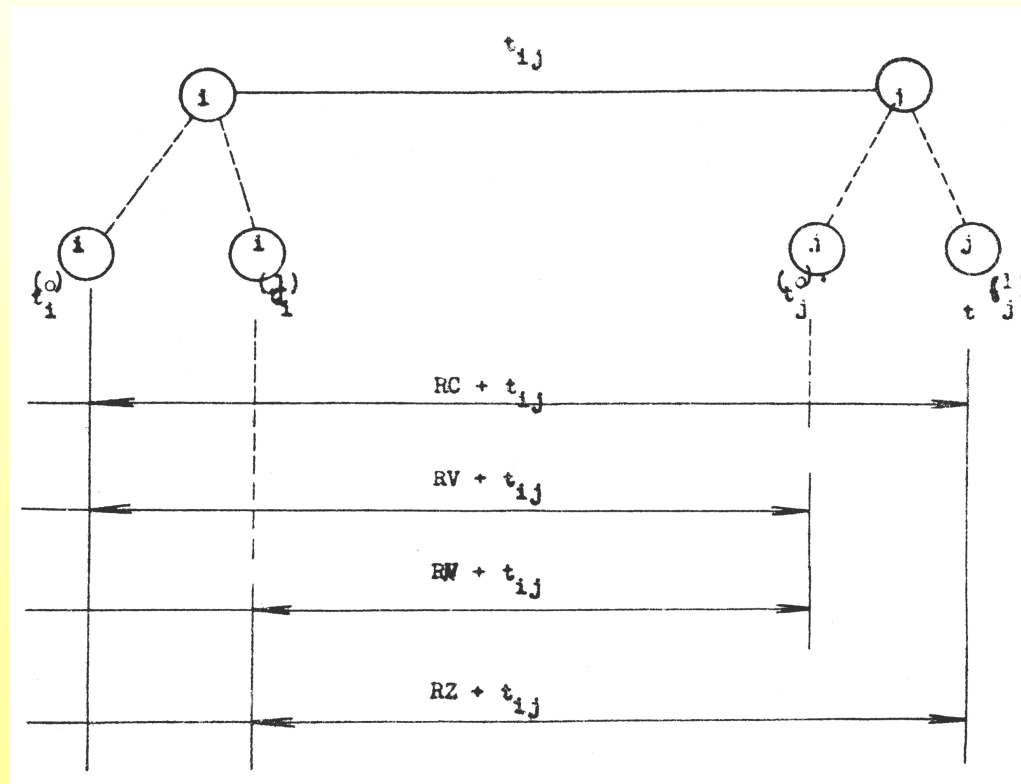
Struktura časová výrobního procesu

Grafické znázornění hranově definovaného SG



Struktura časová výrobního procesu

- Druhy rezerv
 - Celková rezerva RC
 - Volná rezerva RV
 - Nezávislá rezerva RN
 - Závislá rezerva RZ



Struktura časová výrobního procesu

- **Rezerva celková**

- Je počet časových jednotek, o které lze prodloužit trvání činnosti, aniž by se změnilo trvání celého projektu
- Celková rezerva vzniká vždy u každé činnosti, u činnosti na kritické cestě se rovná nule
- Vyčerpáním celkové rezervy vznikne nová kritická cesta

$$RC = t_j^{(1)} - t_i^{(0)} - t_{ij}$$

- **Rezerva volná**

- Je počet časových jednotek, o který lze nejvýše prodloužit trvání činnosti, aniž se změní nejdříve možný začátek všech bezprostředně navazujících činností
- Nevzniká vždy, ale jen v případě že:
 - Uzel j neleží na kritické cestě
 - Do uzlu j směřuje ještě alespoň jedna nekritická činnost, jejíž celková rezerva je menší než celková rezerva vyšetřované činnosti

$$RV = t_j^{(0)} - t_i^{(0)} - t_{ij}$$

Struktura časová výrobního procesu

- **Rezerva nezávislá**

- Je počet časových jednotek, o které lze nejvýše prodloužit trvání činnosti, aniž se změní nejdříve možný začátek všech bezprostředně následujících činností a nejpozději přípustný konec činností bezprostředně předcházejících
- Celková rezerva nevzniká vždy, jen za podmínek
 - Jsou splněny podmínky pro vznik volné rezervy, tj. do uzlu, který není na kritické cestě, směřuje ještě jedna nekritická činnost, jejíž celková rezerva je menší než celková rezerva vyšetřované činnosti
 - Uzel i leží v nejpozději přípustném čase
 - Z uzlu i vychází ještě nějaká další činnost kromě zkoumané činnosti
 - Za $t_j^{(0)}$ bereme největší hodnotu $t_j^{(0)}$ vstupujících do uzlu j , za $t_i^{(1)}$ bereme největší ze všech časů $t_i^{(1)}$ předcházejících činností vstupujících do uzlu i

$$RN = t_j^{(0)} - t_i^{(1)} - t_{ij}$$

- **Rezerva závislá**

- Je počet časových jednotek, o který lze nejvýše prodloužit trvání činnosti, aniž se změní nejpozději přípustný začátek všech bezprostředně následujících činností
- Vzniká jen zřídka, podmínky pro její vznik jsou obdobné jako u volné rezervy

$$RZ = t_j^{(1)} - t_i^{(1)} - t_{ij}$$

Struktura časová výrobního procesu

- SG hranově definovaný – příklad
 - Zadání: sestavte hranově definovaný SG pro stavbu, která se skládá z těchto objektů:
 - Inženýrské sítě
 - Komunikace
 - Výrobní hala (stavební část, technologická část)
 - Přístavek k hale
 - Požadavek na topologii SG je následující:
 - S výstavbou komunikací je možno začít až po dokončení inženýrských sítí
 - Výrobní hala je navržena jako montovaná ŽB konstrukce, jejíž montáž zabezpečuje subdodavatel specializovaná firma, která vyžaduje stavební připravenost – základy haly
 - Po ukončení montáže budou pokračovat ostatní stavební práce
 - Výrobní technologii bude montovat jiný specializovaný subdodavatel, pro zahájení montáže technologie musí být dokončeny dodávky technologie na stavbu a vybudovány potřebné komunikace, které budou sloužit i pro vnitrostaveništní přesun technologie z místa uskladnění do výrobní haly

Struktura časová výrobního procesu

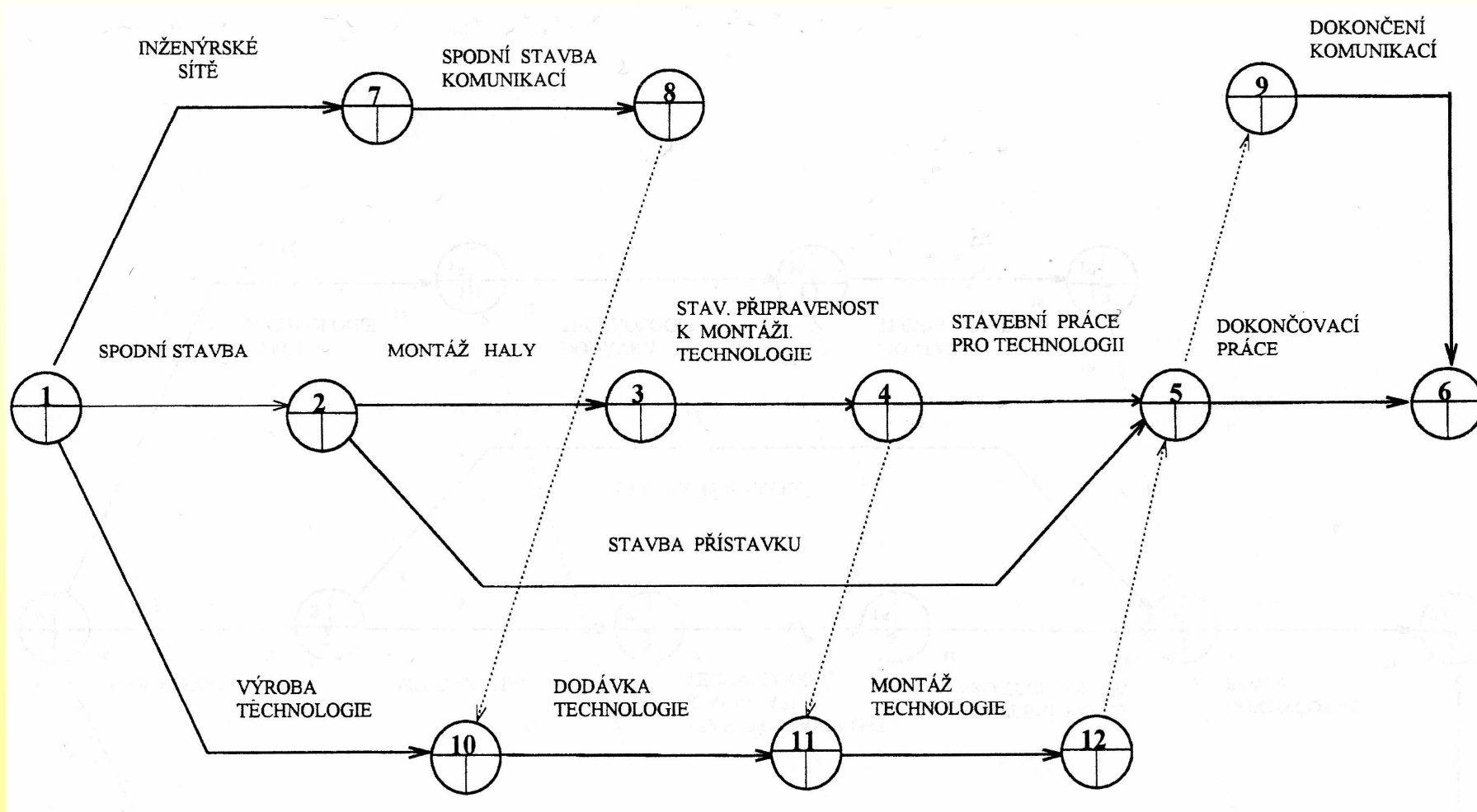
- SG hranově definovaný – příklad
 - Požadavek na topologii SG je následující:
 - Dodávky technologického zařízení mohou začít až po celkovém dokončení jeho výroby
 - Pro zahájení montáže technologie musí dodavatel stavebních prací dokončit určité stavební práce, tj.zabezpečit stavební připravenost k montáži technologie
 - Při montáži technologie bude dodavatel stavebních prací zabezpečovat dohodnuté stavební výpomoci
 - Výstavba přístavku může začít po ukončení spodní stavby haly
 - Stanovíme potřebné členění projektu – rozdělíme jednotlivé stavební objekty na technologická stádia, resp.technologické soubory
 - Inženýrské sítě – nebudeme rozdělovat, zůstanou jako jeden celek
 - Komunikace – 1.část (podkladní vrstvy) musíme dokončit do zahájení dodávek technologie, 2.část (konečný povrch) dokončíme před předáním investorovi

Struktura časová výrobního procesu

- SG hranově definovaný – příklad
 - Stanovíme potřebné členění projektu – rozdělíme jednotlivé stavební objekty na technologická stádia, resp. technologické soubory
 - Výrobní hala
 - stavební část - spodní stavba, montáž haly, stavební připravenost pro montáž technologie, stavební výpomoci při montáži technologie, dokončovací práce)
 - Technologická část – výroba technologie, dodávka technologie, montáž technologie
 - Přístavek – nebudeme rovněž rozdělovat, zůstane jako jeden celek

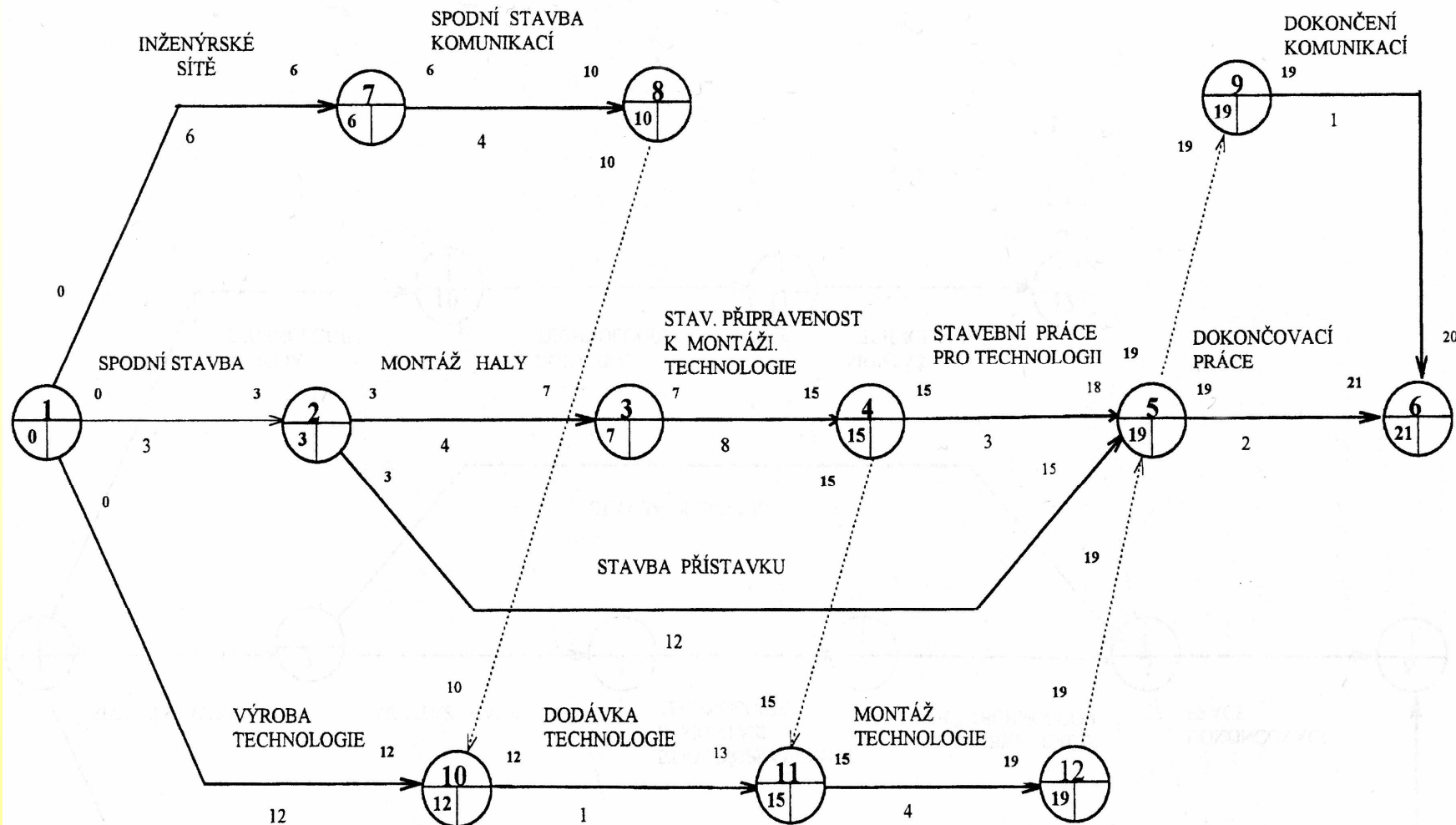
Struktura časová výrobního procesu

- SG hranově definovaný – topologie



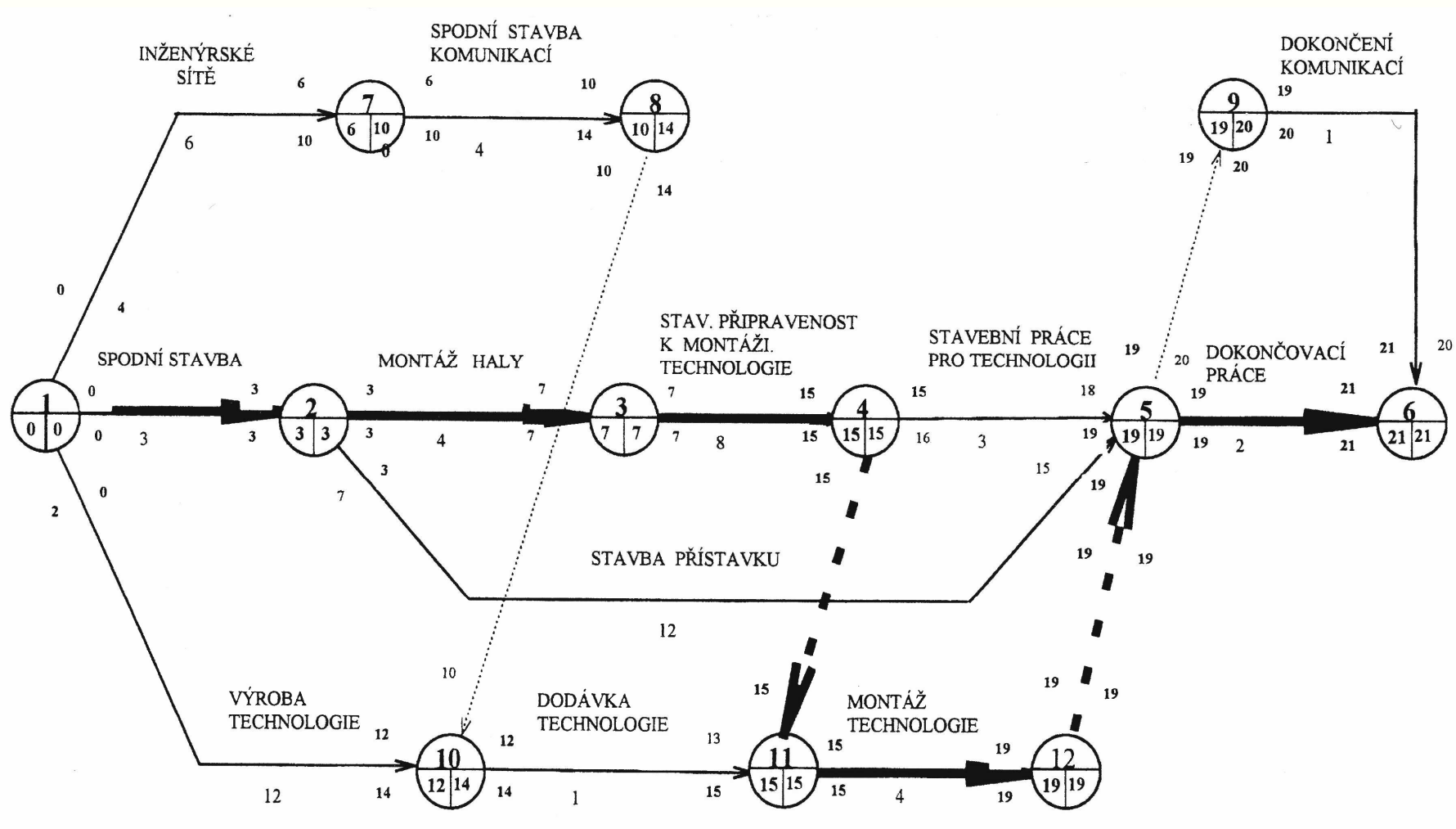
Struktura časová výrobního procesu

- SG hranově definovaný – výpočet vpřed



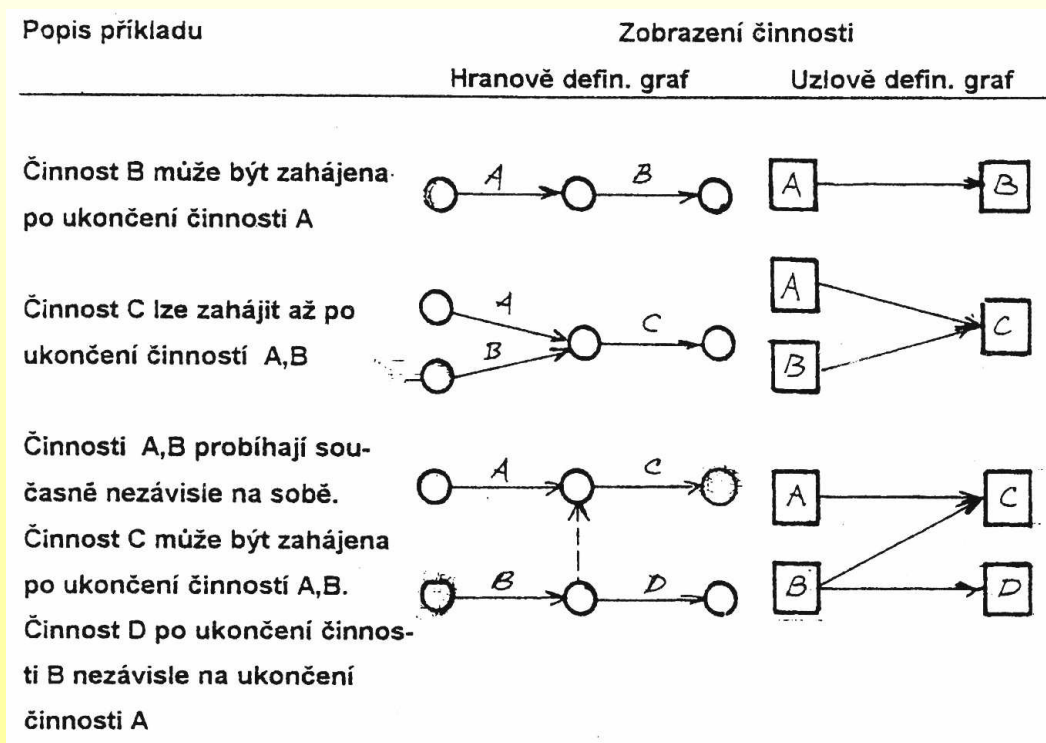
Struktura časová výrobního procesu

- SG hranově definovaný – výpočet vzad



Struktura časová výrobního procesu

- SG uzlově definovaný
 - Jedná se o konečný, souvislý, orientovaný, uzlově ohodnocený graf s jedním koncem a jedním začátkem
 - **Uzly** představují činnosti (stav), mají dynamický charakter
 - **Hrany** představují spojnice činností a jejich logickou návaznost, mají statický charakter

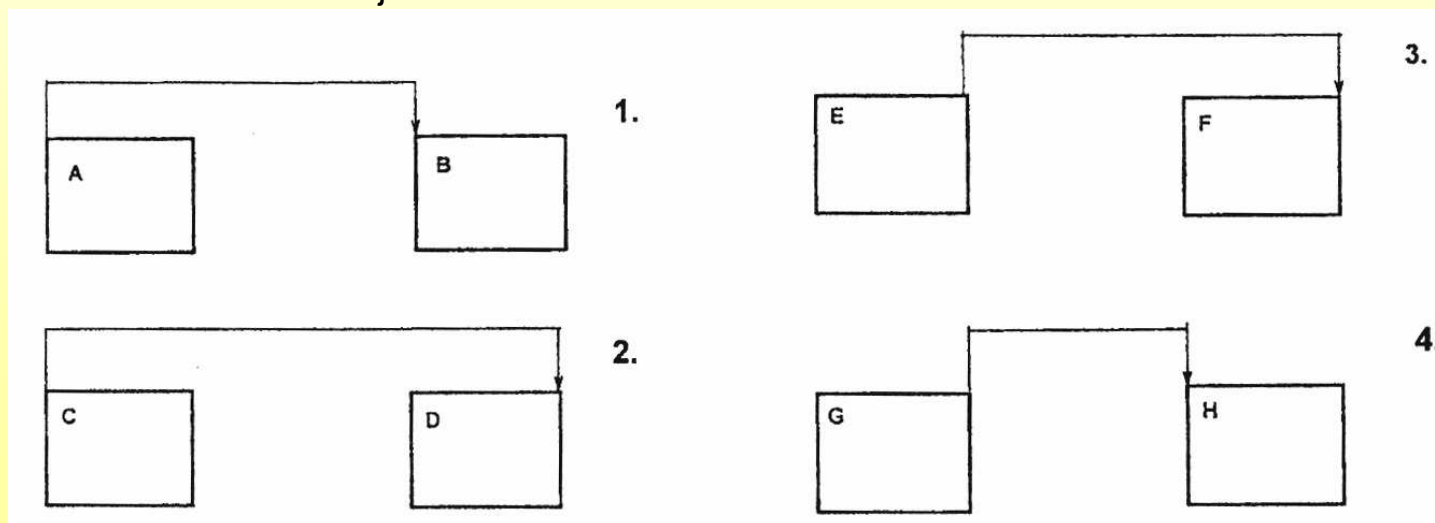


Struktura časová výrobního procesu

- SG uzlově definovaný

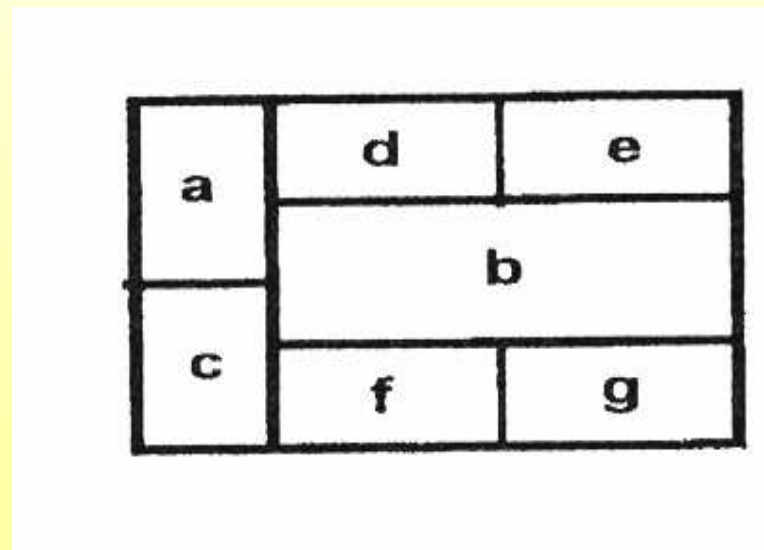
- Nevýhoda hranově definovaného SG ve vzájemné návaznosti vazeb (pouze jediná vazba typu konec – začátek) je u uzlově definovaného SG velmi dobře eliminovaná několika typy vazeb

- **Začátek – začátek „Z – Z“** – následující činnost se začíná realizovat současně s předchozí činností
- **Začátek – konec „Z – K“** – současně se začátkem předchozí činnosti již končí činnost následující dle topologie SG
- **Konec – konec „K – K“** – současně končí předcházející i následná činnost
- **Konec – začátek „K – Z“** – jakmile skončí předchozí činnost začíná se realizovat činnost následující



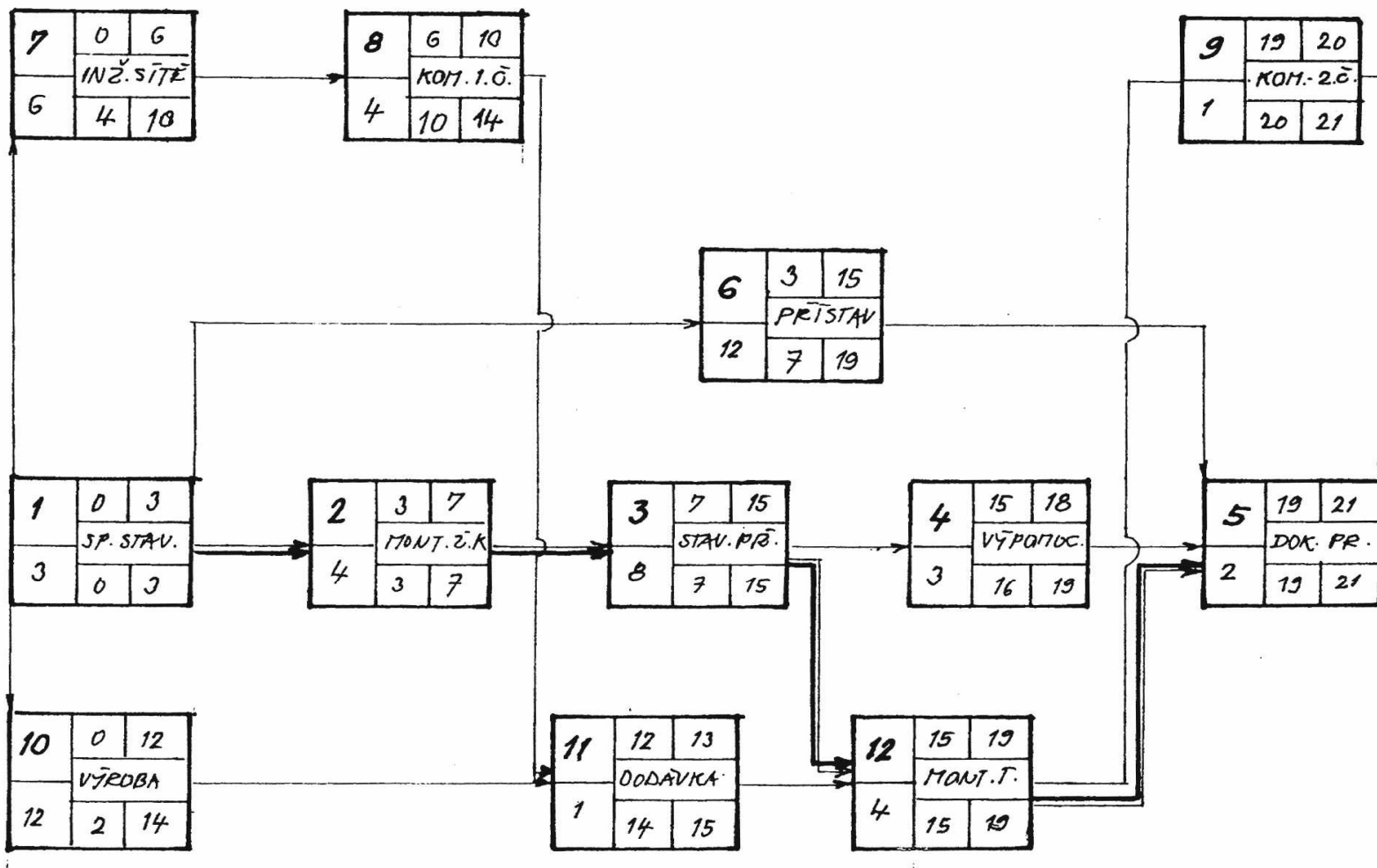
Struktura časová výrobního procesu

- SG uzlově definovaný
 - Případné ohodnocení hrany nám vyjadřuje minimální časový odstup, který znamená, že se následující činnost může realizovat právě po tomto odstupu a kdykoliv později, resp. činnost se může realizovat v maximálně udávaném čase a kdykoliv předtím
- Grafická úprava uzlu v uzlově definovaném SG
 - a** – číslo uzlu
 - b** – název činnosti
 - c** – doba trvání činnosti
 - d** – nejdříve možný začátek činnosti
 - e** – nejdříve možný konec činnosti
 - f** – nejpozději přípustný začátek
 - g** – nejpozději přípustný konec činnosti



Struktura časová výrobního procesu

- SG uzlově definovaný – modifikace příkladu z hranově definovaného SG



Stanovení potřebných zdrojů

- Zpracované časové plány slouží nejen pro stanovení doby trvání stavebních procesů, ale mohou být využity pro stanovení a plánování potřebných zdrojů nutných k zabezpečení prací
- Výše uvedeným činnostem říkáme **bilancování** (celkový přehled), který sladuje zdroje a potřeby
- Každou činnost ohodnocujeme nejen z časového hlediska, ale i z hlediska potřebných zdrojů
- Jako zdroje obvykle uvažujeme
 - Finanční náklady pro zabezpečování realizované činnosti
 - Potřebný počet pracovníků
 - Potřebné množství materiálu
 - Potřebný počet strojů a mechanizace
 - Nároky na nutnou energii
- Jednotlivé zdroje pak vyhodnocujeme a porovnáváme s možnostmi, které máme při jejich zabezpečování v potřebných termínech

Stanovení potřebných zdrojů

- Finanční náklady posuzujeme dvojitým způsobem
 - Z hlediska celého trvání činnosti
 - Z hlediska časového výseku posuzované činnosti
- Stejným hlediskem posuzujeme i nároky na stroje a materiál
- Potřeba sledovaného zdroje při rovnoměrném čerpání se stanoví ze vztahu

$$K_{ij} = Q_{ij} \times u_{ij} / t_{ij}$$

kde

K_{ij} – potřeba vyhodnocovaného zdroje pro zabezpečení činnosti ij

Q_{ij} – objem činnosti ij v měrných jednotkách

u_{ij} – ukazatel potřeby pro vyhodnocovací zdroj

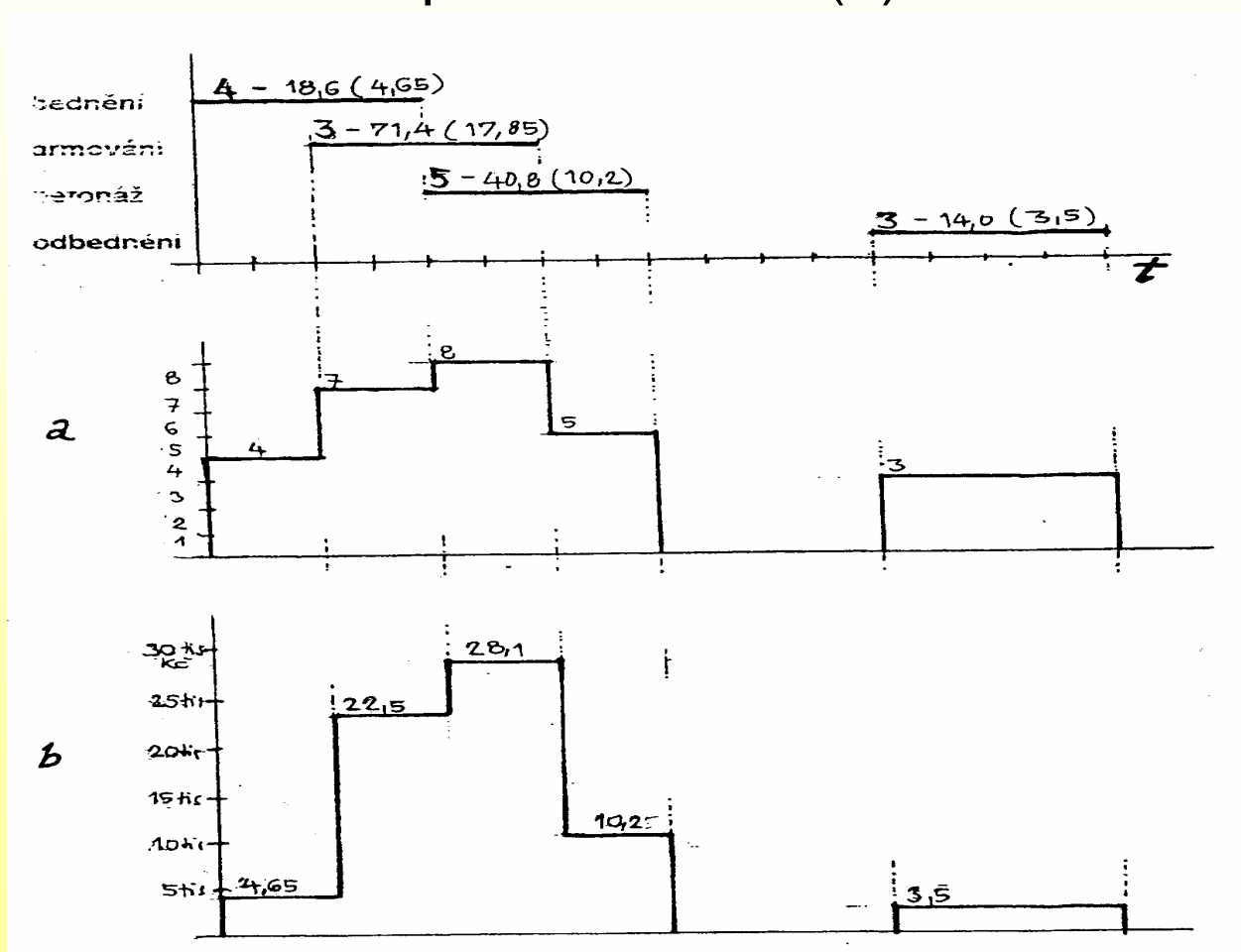
t_{ij} – doba trvání činnosti ij

Stanovení potřebných zdrojů

- Počty pracovníků, strojů a mechanismů udáváme v celých číslech podle zvolených technologických postupů a velikosti pracoviště
- Údaje o sledovaných zdrojích odvozujeme z vypracovaného harmonogramu, do kterého zapisujeme hodnoty
- Grafickému znázornění potřeb podle časového plánu říkáme **histogram**

Stanovení potřebných zdrojů

Ukázka histogramu pro zdroj „pracovníci“ (a) a pro zdroj „rovnoměrné čerpání nákladů“ (b)



Stanovení potřebných zdrojů

- Zdrojová analýza síťového grafu
 - Síťový graf umožňuje operativní vyhodnocování sledovaných činností a jejich vzájemných vazeb – využíváme toho při bilancování vazeb
 - Pomocí zdrojové analýzy SG stanovujeme optimální čerpání jednotlivých zdrojů podle předem stanovených kritérií
 - Při zdrojové analýze postupujeme následně
 - Provedeme ohodnocení jednotlivých činností pro jednotlivé vyhodnocované zdroje
 - Pro vyhodnocovaný zdroj sestavíme histogram pro časy „nejdříve možné“
 - Pro stejný zdroj sestavíme histogram pro časy „nejpozději přípustné“
 - Porovnáním obou histogramů zjistíme extrémní hodnoty sledovaného zdroje

Stanovení potřebných zdrojů

- Zdrojová analýza síťového grafu
 - Nežádoucí extrémní hodnoty eliminujeme upravením zdrojů u činností, které neleží na kritické cestě a to v hodnotách jejich rezerv následovně
 - Prodloužením doby trvání činnosti a tím snížením jejího nároku na sledovaný zdroj
 - Úpravou doby zahájení činnosti tak, že její začátek posuneme mimo pásmo zjištěných extrémních hodnot
 - Pro takto upravený SG sestavíme nový histogram, pro který provedeme novou zdrojovou analýzu
 - Celý proces opakujeme tak dlouho, pokud nedosáhneme požadovaného výsledku

Stanovení potřebných zdrojů

- Zdrojová analýza síťového grafu – příklad
 - Pro zadání zdrojové analýzy vyjdeme ze zadání, které jsme zpracovávali při sestavování síťového grafu hranově definovaného
 - Analýzu budeme provádět pro zdroj pracovníci a to pouze pro stavební činnosti, které bude zabezpečovat stavební firma
 - Úkolem je udržet počet pracovníků na co nejrovnoměrnější úrovni
 - Pro názornost bude převeden SG na dva harmonogramy pro časy „nejdříve možné“ (plná čára) a „nejpozději přípustné“ (čárkovaná čára)
 - Činnosti ležící na kritické cestě jsou zakresleny nad sebou
 - Ostatní činnosti se od sebe více či méně odchyľují podle rezerv
 - Jednotlivé činnosti ohodnotíme počtem pracovníků
 - Sestavíme histogram vyhodnocovaného zdroje

Stanovení potřebných zdrojů

- Zdrojová analýza síťového grafu – příklad
 - Maximální počet pracovníků bude na stavbě 49 v období 7-10 pro časy „nejdříve možné“ a 49 pracovníků v období 10-14 pro časy „nejpozději přípustné“
 - Ze sestavených histogramů pak můžeme navrhnout opatření k optimálnímu počtu pracovníků
 - Činnost inženýrské sítě budeme zabezpečovat v čase „nejdříve možném“
 - U činnosti komunikace 1. část snížíme počet pracovníků na 6 a pro stavbu přístavku budeme počítat s 10 pracovníky – prodloužíme tak dobu trvání těchto činností čerpáním vypočtených rezerv
 - Podle takto navržených opatření snížíme maximální počet pracovníků na 38
 - Tento údaj ověříme novým výpočtem (nově sestaveným histogramem)
 - Dle potřeby provedeme další přehodnocení

Stanovení potřebných zdrojů

- Zdrojová analýza síťového grafu – příklad

