

Tvorba časových plánov – podklady a vstupné údaje

Marek Ďubek¹, Peter Makýš² and Silvia Ďubek^{3*}

¹ Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta; marek.dubek@stuba.sk

² Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta; peter.makys@stuba.sk

³ Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta; silvia.dubek@stuba.sk

* Correspondence: marek.dubek@stuba.sk; Tel.: +421 910 907 409

Abstract: Time planning is a complex process from intention to implementation. His work must meet the technical, technological, spatial, normative and other characteristics of the building. Also, work and technical possibilities of the contractor. A good time table can be drawn up during the preparation of the competition documents using all the available documents in accordance with the practical experience of their implementation. The programmer has a program support program and input data created, for example, according to standards, with no experience from the developer's work experience, to the plan of the necessary breaks and the time needed, for example, for the transfer of labor and their organization. The article describes the creation of time schedules and data sources to assist in its compilation.

Abstrakt: Časové plánovanie je komplexný proces od zámeru po samotnú realizáciu. Jeho tvorba musí rešpektovať technické, technologické, priestorové, normové a iné vlastnosti stavby. Taktiež pracovné a technické možnosti zhotoviteľa. Dobrý časový plán je možné zostaviť už pri príprave súťažných dokumentov s použitím všetkých dostupných podkladov v súbehu s praktickými skúsenosťami z realizácie. Pripravár má k dispozícii softvérovú podporu programov a vstupné údaje tvorené napríklad normohodinami, no skúsenosti z praxe od stavbyvedúceho vnesú do plánu potrebné prestávky a doby potrebné napríklad na presun pracovných síl a ich organizáciu. Článok popisuje zásady tvorby časových plánov a zdroje údajov na pomoc pri jeho zostavovaní a príkladné požiadavky časových plánov z praxe.

Keywords: time plan, practice, experience

1. Úvod

Medzi súčasné priority vo výstavbe patria financie, kvalita prác a termíny výstavby. Podmienky výstavby si musí zhotoviteľ dohodnúť vopred a jeho snahou by malo byť ich dodržiavanie, avšak nie na úkor kvality. V súčasnosti sa podmienky verejných súťaží nestanovujú rovnako, z čoho vznikajú problémy. Váhy pri vyhodnocovaní súťaže bývajú nastavené v rôznych pomeroch ceny k dobe výstavby napríklad 20% ku 80%. Pritom sa riadia zákonom o verejnom obstarávaní [1]. Víťazom súťaže sa môže stať teda súťažiaci, ktorý ponúka realizáciu danej stavby pri najvyššej cene, ale najkratšej dobe oproti ostatným účastníkom súťaže. Krátku dobu výstavby preukazuje harmonogramom v základnom členení, z ktorého nie je možné predvídať problémy vyplývajúce z nedodržania postupov prác, technológií a technologických prestávok na stavbe a samozrejme s tým súvisiace nekvalitne prevedené práce. Tie trvajú po dobu dodatku k zmluve, ktorý samozrejme obsahuje nový termín ukončenia diela. Nový termín pritom už prekračuje predkladané doby výstavby všetkých súťažiacich pri výbere zhotoviteľa na začiatku. V stavebníctve

je potrebné hľadanie zdrojových problémov, ktoré majú dopad na kvalitu a cenu diela v konečnej podobe a možno ich elimináciu v začiatkoch.

Harmonogramom možno nazvať aj termín začiatku a termín ukončenia výstavby dohodnuté v zmluve, alebo uvedené v projektovej dokumentácii v časti POV. Stavebný zákon [2] nevyžaduje harmonogram, ani nešpecifikuje jeho obsah, formu ani zatriedenie v projektovej dokumentácii. Podrobnejší harmonogram má grafickú formu ako napríklad Ganttov graf. Časový plán tvorí podklady ku kontrole plnenia výstavby a nastavenia finančného čerpania. Spočiatku požadovali investori jednoduché zobrazenie plánu rozdelené na samostatné celky stavby. V súčasnosti vyžadujú časový plán, ktorý obsahuje hierarchickú schému rozdelenia prác (workbreakdownstructure), čiže štruktúrovanú hierarchickú schému na seba nadväzujúcich atomických pracovných aktivít alebo ekvivalentnú schému logicky previazanú s podrobným časovým plánom a ďalšími špecifikáciami. Spracovanie časového plánu v akejkoľvek grafickej forme má význam pri zmluvných termínoch, pri dohodnutí podmienok, pri kontrolách uzatvárania etáp a ich nákladov, aj pri samotnej realizácii. Počas realizácie totiž napomáha s plánovaním nasledujúcich činností a realizácií konštrukcií a odhaľovať kolízie výstavby [3].

2. Tvorba časových plánov

Pri tvorbe harmonogramov (ďalej aj HMG) sa vychádza z priestorovej štruktúry objektu, organizácie v priestore a v čase, navrhovanej technológie, časovej postupnosti navrhnutých technológií s ich technologickými prestávkami potrebnými pre ďalšie etapy a práce [3]. Stavebné spoločnosti prispôbujú časové harmonogramy svojim kapacitám a vlastným technológiám, použiteľným počas výstavby. V časovom plánovaní sa jedná prevažne o koordináciu pracovníkov, materiálu, strojov, zariadení a nakupovaných služieb.

Pri tvorbe harmonogramu je potrebné nastaviť správnu hierarchickú štruktúru rozdelenia prác, hierarchickú organizačnú štruktúru a špecifikáciu prác na najnižšej hierarchickej úrovni.

Medzi podklady dodané investorom pre zostavenie dobrého časového plánu patria: projektová dokumentácia (PSP, RP), výkaz výmer (rozpočet, alebo množstvá). Medzi podklady získané zhotoviteľom patrí: technologické predpisy k navrhnutým stavebným materiálom, alebo ich alternatívam a normohodiny.

2.1 Časový plán - Harmonogram

Časový plán je grafické znázornenie časového sledu a doby trvania jednotlivých zložiek výstavby alebo etáp členitého diela. Inými slovami je to časový plán definujúci termíny, lehoty a intervaly (odstupy) medzi činnosťami [3]. Môže však obsahovať doplnkové údaje ako množstvá, ceny, normohodiny, podmienky, poznámky a iné. Harmonogramy rozdeľujeme do kategórií podľa rozsahu, času a zamerania. Podľa podrobnosti členenia činností, podľa zvolenej časovej jednotky a podľa časového horizontu sa rozdeľujú časové plány do niekoľkých stupňov:

- strategický – míľnikový časový plán spracovávaný na celý priebeh projektu výstavby. Stanovuje lehoty realizácie jednotlivých hrubých a čiastkových fáz výstavby (najmä zmluvné termíny). Mal by slúžiť obchodnému vedeniu stavebníka. Časová jednotka je väčšinou mesiac alebo štvrťrok.
- koncepčný – koncepčný plán realizácie stavebného diela, spracovávaný v prípravnej fáze zákazky. Zostavuje sa na úrovni čiastkových fáz výstavby spravidla s mesačným členením.
- realizačný – prehľadný časový plán pre taktické riadenie realizácie výstavby. Je určený pre vedenie projektu s časovou jednotkou mesiac alebo týždeň.
- koordinačný – časový plán slúži pre potreby operatívneho riadenia, teda na vedenie a kontrolu technologickej alebo stavebnej časti objektu. Spracováva sa samostatne pre jednotlivé hrubé alebo čiastkové fázy výstavby. Časová jednotka týždeň alebo deň. [4].

Harmonogram obsahuje údaje vypovedajúce o dobe trvania, časových rezervách, možnostiach súbežných činností a ich vzájomnom klbení.

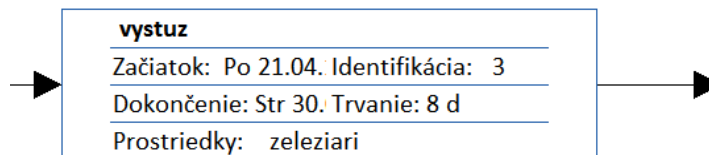
- celková rezerva činnosti: udáva, o koľko je možné predĺžiť dobu trvania činnosti; alebo o koľko je možné posunúť jej najskorší možný začiatok, aby nedošlo k ohrozeniu koncového termínu realizácie celého projektu,
- voľná rezerva činnosti: udáva, o koľko je možné predĺžiť dobu trvania činnosti alebo posunúť jej najskorší možný termín zahájenia, aby nedošlo k ohrozeniu najskorších možných začiatkov nasledujúcich činností. Vzniká vtedy, ak do jedného uzla ústia aspoň 2 činnosti s rôznymi najskoršími možnými koncami,
- nezávislá rezerva činnosti: udáva, o koľko je možné predĺžiť dobu trvania činnosti, ktorej bezprostredne predchádzajúce činnosti boli ukončené v najneskoršie prípustných termínoch, aby nedošlo k ohrozeniu najskorších možných začiatkov činností nasledujúcich. V praxi býva čerpaná ako prvá, pretože jej vyčerpanie nemá vplyv na časové relácie. [4].

A) Sieťový graf

Je grafické zobrazenie (model) projektu, vyjadrujúce závislosti medzi činnosťami. Sieťový graf tvorí hrany (spojnice) a uzly. Rozlišujú sa dva základné typy sieťových grafov – hranovo definovaný (činnosti sú znázornené hranami, uzly znázorňujú začiatok a koniec činnosti) a uzlovo definovaný [4]. Pre sieťový graf platí:

- Je konečný (počet uzlov je konečný),
- Je súvislý (medzi všetkými jeho dvojicami uzlov existuje aspoň jedna reťaz – súbor väzieb, ktorý ich spája),
- Je orientovaný (je mu priradený určitý smer a existuje dvojica uzlov v ktorých do jedného nevstupuje žiadna hrana a z jedného žiadna hrana nevystupuje – začiatok a koniec SG),
- Neobsahuje cykly.

Príkladný uzol vytvorený v programe MS PROJECT je zobrazený na obrázku 1 nižšie. Obsahuje základné údaje ako začiatok úlohy, dokončenie, trvanie, zdroje, identifikačné číslo a názov.

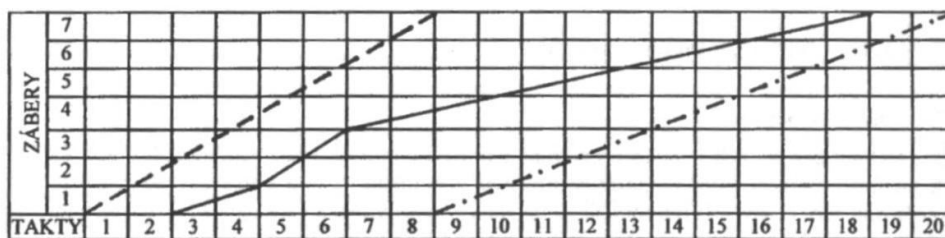


Obrázok 1. Uzol v uzlovo definovanom grafe s údajmi z programu MS PROJECT

B) Cyklogram

V podobe technologického normálu obsahuje výpočtovú časť a grafickú časť (obr. 2) a využíva sa aj v prúdových metódach [4].

- výpočtová časť - rozsah, prácnosť stavebného procesu (jednotková a celková) na normálovom zábere, skladba čaty, trvanie prác, napätie a vzájomné vyvažovanie, t. j. zosúladenie činností (musí byť rovnaký takt) v jednotlivých technologicky ucelených častiach stavby – štádiách. Štruktúra cyklogramu je: Spodná stavba, Vrchná stavba, Zastrešenie.
- grafická časť časového diagramu - časové zobrazenie realizácie procesov a väzieb medzi nimi - na montážnom úseku a to formou harmonogramu, vrátane technologických prestávok, časových oddialení vyplývajúcich zo zmeny smeru postupu výstavby.



Obrázok 2. Vzorový výrez cyklogramu vytvorený v prostredí CAD, vodorovná os – čas a zvislá os - priestor

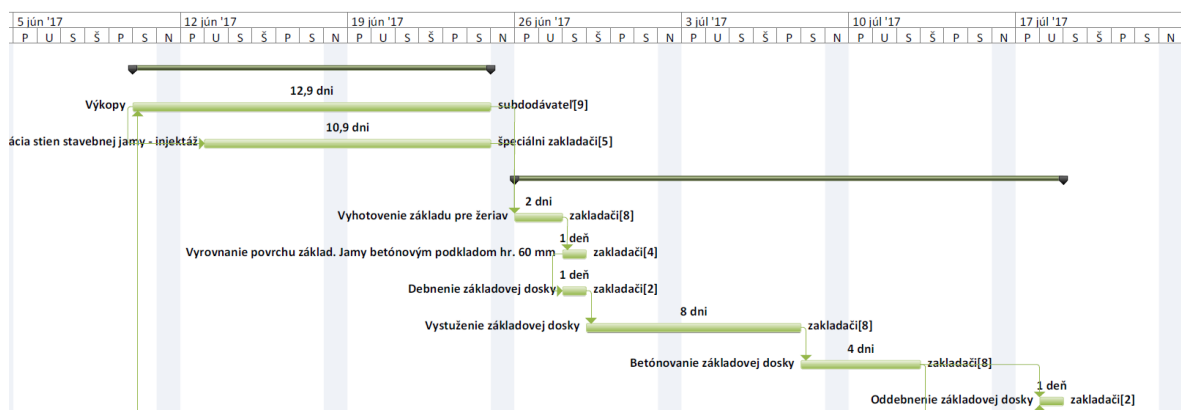
C) Ganttov diagram

Tento pôvodne pruhový diagram bol postupne účelne rozšírený. A to najmä pre rôzne prezentácie sieťových grafov a hierarchických dátových štruktúr vo forme tabuliek s voliteľnými projektovými ukazovateľmi. Ganttov diagram [4; 5] umožňuje prehľadne prezentovať aktuálny stav na projekte, smerný a súčasný plán, údaje časového rozvrhu, práce, nákladov, financovania a prípadne i zisku z projektu. Jeho forma môže mať aj 3D podobu [6]

Typy logických väzieb medzi činnosťami:

- väzba koniec – začiatok: nasledujúca činnosť nemôže byť zahájená, pokiaľ nebude dokončená predchádzajúca činnosť (najpoužívanejší spôsob zobrazenia činností),
- väzba koniec – koniec: nasledujúca činnosť nemôže byť ukončená, pokiaľ nie je
- väzba začiatok – začiatok: nasledujúca činnosť nemôže byť začatá, pokiaľ sa nezačne predošlá činnosť,
- väzba začiatok – koniec: nasledujúca činnosť nemôže byť ukončená, kým nebude zahájená predošlá činnosť. V praxi len zriedka použiteľné.

Na aktualizáciu a prezentáciu závislosti medzi úlohami poskytuje Ganttov diagram sieťovú štruktúru na voliteľnej časovej stupnici, najmä na znázornenie dôležitých termínov, následností úloh, procesov, dodávok, materiálových a finančných tokov. Prezentácia sumárnych úloh môže poskytovať požadované sumarizácie smerných hodnôt, aktuálnych a súčasných plánovaných ukazovateľov podľa reálnej situácie na projekte. Ganttov diagram je v súčasnosti najpoužívanejšia forma prezentácie projektových modelov pre plánovanie a riadenie rozsiahlych projektov (obr. 3). Metóda kritickej cesty (CPM) používaná pri tvorbe ganttovho diagramu je založená na sieťovej analýze a je určená pre počítačové plánovanie termínov úloh a činností projektu. Je to matematický model, ktorý počíta celkové trvanie projektu podľa trvania následných úloh a ich vzťahov. Z celkového trvania projektu potom určuje časové rezervy jednotlivých úloh a identifikuje, ktoré úlohy sú kritické. Je to základná metóda pre časové hodnotenie projektových plánov a modelov. Ganttov diagram je v stavebnej praxi najpoužívanejšou formou tvorby časových plánov. Jeho tvorba si vyžaduje pozornosť a správne podklady. Od podkladov závisí rozsah a štruktúra s podrobnosťami [7]. Ganttov diagram je aplikovateľný na rôzne odvetvia [8].



Obrázok 3. Vzorový výrez grafickej časti z Ganttovho grafu

2.2 Časový plán - štruktúra

Za najpoužívanější časový plán v súčasnosti možno považovať Ganttov graf. Jeho tvar a grafické znázornenie je jednoduché a čitateľné aj účastníkom s mimostavebným zameraním – investorom. Každý SO – stavebný objekt, alebo činnosti sú zobrazené na časovej osi ako vyšrafovaný obdĺžnik. Jeho dĺžka korešponduje s navrhnutou dobou trvania výstavby SO. Jednotlivé SO sú navzájom poprepávané väzbami. Používajú sú všetky 4 druhy väzieb (koniec – koniec, začiatok – začiatok, koniec – začiatok a začiatok – koniec), podľa možností použitej technológie aj s časovým odstupom či prelínaním. Počas trvania výstavby sa predpokladá prevažne 8-hodinový pracovný deň (obr. 4), niekedy vrátane sobôt a nedeľ [4]. Pre plynulosť výstavby je inokedy pri rozsiahlych stavbách alebo stavbách na verejných priestranstvách s dočasnými zábermi uvažovaná 2-smenná prevádzka čiat po etapách s dodržaním pracovnej doby podľa zákonníka práce a po odsúhlasení stavebným úradom s rešpektovaním nočného poriadku.

Harmonogram by mal obsahovať údaje:

- činnosti (objekty, etapy, činnosti),
- termíny (trvanie činnosti, zahájenie, ukončenie,).

Podľa účelu a potreby by mohol obsahovať aj:

- množstvo mernej jednotky,
- normohodina času na danú prácu,
- celková prácnosť,
- návrh počtu nasadenia pracovníkov,
- navrhovaná doba realizácie,
- napätie nasadenia pracovníkov.

Prípadne doplnkové údaje pre potreby zhotoviteľa:

- náklady za činnosť,
- poznámky,
- % dokončenia práce,
- údaje (o materiáloch, skúškach a pod.).

Údaje, ktoré môže časový plán obsahovať si volí pre realizáciu zhotoviteľ. Prispôsobí ich pre svoje potreby, potreby stavby, ekonomické oddelenie zhotoviteľa, kontrolné dni s investorom na stavbe atď. Príklad časového plánu – Ganttovho grafu je na obrázku nižšie.

Spracovaný Ganttov diagram – harmonogram výstavby potom obsahuje údaje: konštrukcia alebo SO, termín začiatku, dobu realizácie, termín ukončenia a prípadné potrebné doplnkové údaje. Ako vzor je nižšie zobrazený harmonogram vzorovej inžinierskej stavby, na ktorej bolo predmetom expertízy stanoviť najneskôr možný začiatok realizácie tak aby stavba bola ukončená do konca októbra 2018. Analýzou, ktorá pozostávala z tvorby časového plánu sa stanovil najneskôr prípustný začiatok výstavby s projektovou dokumentáciou na marec 2016. Podklady tvorila projektová dokumentácia pre územné rozhodnutie s orientačnými nákladmi jednotlivých etáp – stavebných objektov. Pri expertíze sa vychádzalo z produktivity práce a predpokladaného počtu pracovníkov v zmysle vzorca uvedeného v článku vyššie. Expertíza tvorí pre investora podklad do zmluvy pre kontrolu plnenia diela a dohodu medzi investorom a zhotoviteľom.

Identif.	Názov činnosti	M.J.	Počet M.J.	Normová prácnosť (N/h/M.J.)	Výpočtová prácnosť (N/h)	Počet pracovníkov	Trvanie	Navrhnutá prácnosť (h)	Napätie (%)	Začiatok	Dokončenie
1	1 PRÍPRAVNÉ PRÁCE						2 dni	40 hodín		Po 12.2.18	Ut 13.2.18
2	1.1 Oplotenie staveniska	m	240,79	0,1	24,08	pracovníci[3]	1 deň	24 hodín	100,33	Po 12.2.18	Po 12.2.18
3	1.2 Odstránenie ornice	m3	397,3	0,04	15,89	pracovníci[2]	1 deň	16 hodín	99,33	Ut 13.2.18	Ut 13.2.18
4	2 VODOVODNÁ PRÍPOJKA						1 deň	40 hodín		Str 14.2.18	Str 14.2.18
5	2.1 Vyhodenie vodovodnej prípojky	m	14,12	2,51	35,44	inštalatéri[5]	1 deň	40 hodín	88,6	Str 14.2.18	Str 14.2.18
6	3 KANALIZAČNÁ PRÍPOJKA						1 deň	40 hodín		Št 15.2.18	Št 15.2.18
7	3.1 Vyhodenie kanalizačnej prípojky	m	16,78	2,16	36,24	inštalatéri[5]	1 deň	40 hodín	90,61	Št 15.2.18	Št 15.2.18
8	4 ELEKTRICKÁ PRÍPOJKA						1 deň	40 hodín		Pi 16.2.18	Pi 16.2.18
9	4.1 Vyhodenie elektrickej prípojky	m	12,49	1,12	13,99	inštalatéri[5]	1 deň	40 hodín	34,97	Pi 16.2.18	Pi 16.2.18
10	5 ZEMNÉ PRÁCE						34 dni	1 088 hodín		So 17.2.18	Str 28.3.18
11	5.1 Stabilizácie stien stavebnej jamy	kpl	9013,8			špeciálny zakladači[4]	34 dni	1 088 hodín		So 17.2.18	Str 28.3.18
12	6 Rezidencia Blumental - 2. etapa						462 dni	163 872 ho...		Str 28.3.18	So 19.10.19
13	6.1 SO 30ab GARÁŽOVÝ DOM						351 dni	41 184 hodín		Str 28.3.18	Po 10.6.19
14	6.1.1 ZAKLADANIE						35 dni	14 320 hodín		Str 28.3.18	Pi 11.5.18
15	6.1.1.1 Vyhodenie základov pre žeriavy	m3	23,72	13,3	315,48	špeciálny zakladači[15]	3 dni	360 hodín	87,63	Str 28.3.18	So 31.3.18
16	6.1.1.2 Zhutnené štrkové lôžko pod základovú dosku	m2	417,66	0,85	355,01	zakladači[55]	1 deň	440 hodín	80,68	Ut 3.4.18	Ut 3.4.18
17	6.1.1.3 Vyhodenie základových pätičiek	m3	265,67	13,3	3533,41	zakladači[55]	8 dni	3 520 hodín	100,38	Str 4.4.18	Št 12.4.18
18	6.1.1.4 Debnenie základovej dosky	m2	947,55	0,62	587,48	zakladači[55]	2 dni	880 hodín	66,76	Pi 13.4.18	So 14.4.18
19	6.1.1.5 Vystuženie základovej dosky	t	414,56	14,14	5861,88	zakladači[55]	13 dni	5 720 hodín	102,48	Po 16.4.18	Po 30.4.18
20	6.1.1.6 Betónáž základovej dosky	m3	4876,46	0,53	2584,52	zakladači[55]	6 dni	2 640 hodín	97,9	Str 2.5.18	Str 9.5.18
21	6.1.1.7 Oddebnenie základovej dosky	m2	947,55	0,33	312,69	zakladači[55]	1 deň	440 hodín	71,07	Št 10.5.18	Št 10.5.18
22	6.1.1.8 Vyhodenie hydroizolácie (vodorovná + zvislá)	m2	9750,45	0,04	390,02	pracovníci[40]	1 deň	320 hodín	121,88	Pi 11.5.18	Pi 11.5.18

Obrázok 4. Vzorový výrez výpočtovej časti z Ganttovho grafu

2.3 Zdrojové údaje a možnosti pre tvorbu harmonogramu

Metódy použité pri zostavovaní HMG a stanovovaní doby trvania sú:

- expertné odhady (na základe skúseností z výstavby predošlých stavieb – stavbyvedúci, prípravári),
- porovnávacie metódy (na základe štatistík obdobných objektov s využitím ich rozsahu – obostavané objemy alebo zastavané plochy),
- simulácie (výpočtová metóda vychádzajúca z normohodín, produktivity práce, stavebnej produkcie, štatistické údaje v stavebníctve).

Normohodina v stavebníctve má význam pri tvorbe HMG v činnostiach, ktoré je potrebné odhadnúť výpočtovou metódou. Sú to obvykle činnosti, s ktorými sa tvorca HMG nestretáva.

Normatívy pre výpočty časových trvaní sú:

- výkonové normy - vyjadrujú množstvo času potrebné na uskutočnenie nejakej pracovnej činnosti alebo vyjadrujú aké množstvo úkonov či operácií má pracovník urobiť za jednotku pracovného času;
- normy obsadenia - vyjadrujú počet strojových zariadení, ktoré má obslúžiť jeden pracovník, alebo určujú počet pracovníkov potrebných na splnenie všetkých úloh, funkcií daného organizačného útvaru;
- normy prácnosti - určujú množstvo pracovného času potrebné na zhotovenie určitého výrobku.

Pri tvorbe normohodín sa používajú nasledovné metódy:

1. metóda skúmania skutočnej spotreby času, v rámci ktorej sa vykonávajú:

- snímky pracovného dňa (zmeny),
- snímky operácií,
- momentové pozorovania,
- snímky využitia stroja.

2. metóda určovania normovateľnej spotreby času:

- rozborové metódy (výpočtová, chronometrážna, porovnávacia),
- sumárne metódy (štatistická metóda, sumárny odhad, sumárna porovnávacia metóda, metóda sumárnych empirických vzorcov).

Pri zostavovaní HMG je pre výpočtovú časť potrebné poznať alebo získať normohodiny pre určenie trvania stavebného procesu [3]. Pri tejto fáze je pomocníkom podrobný výkaz výmer stavby s Ten sa vypočíta podľa nasledujúceho vzťahu:

$$k = \frac{Q \cdot N_c}{N_r \cdot t} \quad (1)$$

kde: k - trvanie stavebného procesu (zmena),
 Q - množstvo produktu (m.j.),
 N_c - normatív času, normohodina práce (Nh),
 N_r - počet robotníkov HSV a PSV,
 t - počet mesiacov v sledovanom období.

Projekt pre územné rozhodnutie nenahrádza realizačný projekt a teda neobsahuje položkový rozpočet ani výkaz výmer. Objemy prác a jednotlivých stavebných procesov niekedy nie sú vypočítané, preto je možné vychádzať napríklad z nákladov na jednotlivé stavebné objekty, alebo etapy. Časový plán je pre účely expertízy občas tvorený z cien stavebných objektov. Rešpektuje pritom postupnosť krokov výstavby podľa projektovej dokumentácie pre územné rozhodnutie v časti.

Ak vychádza expertíza z projektu pre územné rozhodnutie, kde sú aspoň orientačné náklady v predprojektovej príprave, môže sa použiť výpočet vychádzajúci z finančných nákladov, predpokladaného počtu pracovníkov a produktivity práce na jedného pracovníka. Ku jednotlivým stavebným dielom (konštrukciám alebo stavebným objektom SO) sú vyšpecifikované nosné merné jednotky, odhadovaný počet pracovníkov, odhadovaná doba trvania v dňoch, začiatok a koniec realizácie stavebného objektu.

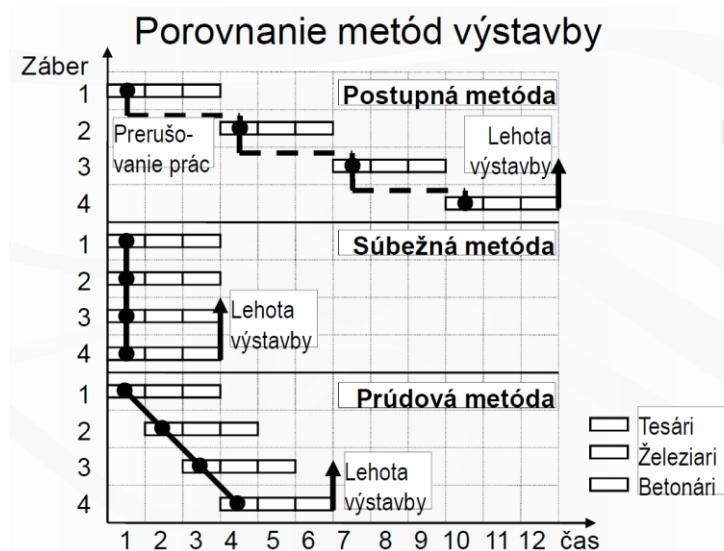
Čas realizácie [3] je vypočítaný ako podiel ceny ku produktivite práce a odhadovanému počtu pracovníkov.

$$k = \frac{F_N}{P_d \cdot N_r \cdot t} \quad (2)$$

kde: k - trvanie stavebného procesu (zmena),
 N_r - počet robotníkov HSV a PSV,
 F_N - predpokladaný finančný náklad stavby (€),
 P_d - produktivita práce na robotníka a mesiac (€),
 t - počet mesiacov v sledovanom období.

Produktivita práce je vyjadrená podielom stavebnej produkcie vykonanej vlastnými zamestnancami, ktorý pripadá na jedného zamestnanca. Pre každý rok je štatistickým úradom SR stanovená pre stavby na príslušnú hodnotu v danom roku v eurách €.

Pri tvorbe časových plánov sa využívajú rôzne metódy zobrazené na obrázku 5. Jedná sa o prúdovú, súbežnú alebo postupnú metódu. Ich použitie závisí na viacerých faktoroch. Ich použitie však prináša výhody a šetrenie času a financií.



Obrázok 5. Vzorový výrez cyklogramu vytvorený v prostredí CAD, vodorovná os – čas a zvislá os - priestor

Trh a komerčná sféra ponúka niekoľko programov na tvorbu časových plánov. Ich pracovné prostredie je rôzne, taktiež sa líšia výstupmi a ich možnosťami. Niektoré majú preddefinované vstupné údaje (CONTEC, CenKros) a v iných je potrebné kompletne zadať všetky údaje. Medzi najpoužívannejšie programy na tvorbu a úpravu harmonogramov v súčasnosti patria:

- Microsoft Project, Project server, Power Project
- Project Planner
- Primavera
- Contec
- CenKros plus, CenKros 4
- Kalkulus a ďalšie....

Spracovaniu harmonogramu vo vybraných softvéroch sa venuje literatúra [9; 10].

3. Výsledne zhodnotenie tvorby harmonogramov v súčasnosti

Súťažné podklady k predloženiu cenovej ponuky k výstavbe obsahujú často aj požiadavku na predloženie časového plánu – harmonogramu. Harmonogram môže obstarávateľ požadovať [1]. Z dostupných zdrojov citujeme znenia niektorých požiadaviek v súťažných podkladoch:

Príkladné zadanie 1:

Uchádzač musí predložiť podrobný a záväzný harmonogram postupu stavebných prác po jednotlivých pracovných činnostiach- záberoch v nadväznosti na dodržanie technologických postupov podľa platnej legislatívy SR a štátnych technických noriem. Verejný obstarávateľ nebude akceptovať iné podmienky (nadčasy) a iný pracovný čas ako to je uvedené v súťažných podkladoch v časti „Kritériá“, kde je požadované deklarovať lehotu výstavby v pracovných dňoch. To znamená, že zdôvodnenie lehoty výstavby v pracovných dňoch musí byť v súlade so zákonom č. 311/2001 Z.z. Zákonník práce podľa § 85 a § 86, kde je určené, že pracovný čas v priebehu 24 hodín nesmie presiahnuť osem hodín a pracovný čas zamestnanca je najviac 40 hodín týždenne.

Vysvetlenie ponuky Uchádzača v časti „Kritériá“ musí byť predložené v nasledovnej podobe:

1. Graficky - a to v podobe podrobného grafického znázornenia po jednotlivých pracovných činnostiach- záberoch v nadväznosti na časovú os v pracovných dňoch ako samostatný dokument.

2. Numericky- výpočtom a to v súvislosti s položkovým rozpočtom každej činnosti na stavbe za každý deň v nadväznosti na pomer normovaného výkonu za časovú jednotku (normohodina, motohodina a strojohodina.) ako samostatný dokument.

Riešenie 1

Príklad zostavenia časového plánu je aj s popisom uvedený ďalej v texte. Pri tvorbe harmonogramu pre stavbu „Vzor podľa požiadaviek zadávateľa“ bude využívaná súbežná a postupná metóda atomických činností (V grafickej časti budú jednotlivé procesy vykreslené v ich postupnosti. Väzby použité v harmonograme: FS – „Finish – Start“; FF – „Finish – Finish“; SS – „Start – Start“). Záber prezentuje časové obdobie, kedy bude použitý a maximálne nasadený počet pracovných jednotiek v súlade so zákonom č. 311/2001 (Z.z. Zákonník práce podľa § 85 a § 86, kde je určené, že pracovný čas v priebehu 24 hodín nesmie presiahnuť osem hodín a pracovný čas zamestnanca je najviac 40 hodín týždenne), pričom môže byť nasadenie pri vybraných (časovo a technologicky náročných) činnostiach v režime dvojsmennej prevádzky. Pri plánovaní pracovníkov musí byť dodržané nasadenie neprekračujúce dovolené napätie práce pri vykonávaní činností, ktoré je podporené a určené z pracovných normohodín (výkonové normy a normy prácnosti) dostupných z verejne publikovaných periodík alebo databáz (CENEKON 1/2017; CONTEC) a zo sledovania vlastných pracovných nasadení a momentového sledovania v zmysle pravidiel tvorby normohodín.

Pri tvorbe harmonogramu sa vychádza predovšetkým z:

- Projektovej dokumentácie pre tvorbu hierarchického členenia stavby,
- Rozpočtu s výkazmi, množstvami,
- Technologických predpisov a požiadaviek na použité stavebné materiály,
- Normových obmedzení (normohodiny, produktivita práce) - údaje do výpočtovej časti.

Celý časový plán môže byť zobrazený formou Ganttovho diagramu s členením a rozpisom hierarchickej štruktúry činností WBS - (WorkBreakdownStructure), a bude rozdelený na dve časti. Jedna časť bude výpočtová a druhá časť grafická. Výpočtová časť spracováva vložené údaje s množstvami jednotlivých činností a normohodinami, ktoré vyhodnocuje a určuje trvanie činnosti s počtom nasadených pracovníkov. Trvanie činnosti (mierka pre zobrazenie sledu činností) môže byť zobrazené v dňoch. Výpočtová časť môže byť celkovo rozdelená do deviatich stĺpcov. Prvé tri stĺpce sú vstupné hodnoty. Prvý stĺpec priradzuje k činnosti mernú jednotku, druhý stĺpec určuje množstvo a tretí stĺpec udáva normovú prácnosť v Nh/M.J.. Tieto údaje sú ďalej správnym naprogramovaním softvéru spracované a vyhodnotené. [9; 10].

- Názov – názov činnosti, získané z výkazu výmer alebo rozpočtu
- M.J. – merná jednotka
- Počet M.J. – objemy prác, jednotlivé činnosti a ich počet merných jednotiek
- Normová prácnosť (Nh/M.J.) – normohodina, ktorá je jednotlivo daná ku každej činnosti
- Výpočtová prácnosť (Nh) – vypočíta sa ako súčin počtu merných jednotiek a normovej prácnosti
- Počet pracovníkov – návrh počtu pracovníkov (ks)
- Doba trvania činností v dňoch sa stanoví na základe výpočtu:

$$\text{Doba trvania} = \frac{\text{Návrhová prácnosť}}{\text{Počet pracovníkov} \times \text{Trvanie pracovnej zmeny (8h)}}$$

- Navrhnutá prácnosť v hodinách – vypočíta sa ako súčin pracovníkov, doby trvania a časom trvania pracovnej zmeny
- Napätie (%)

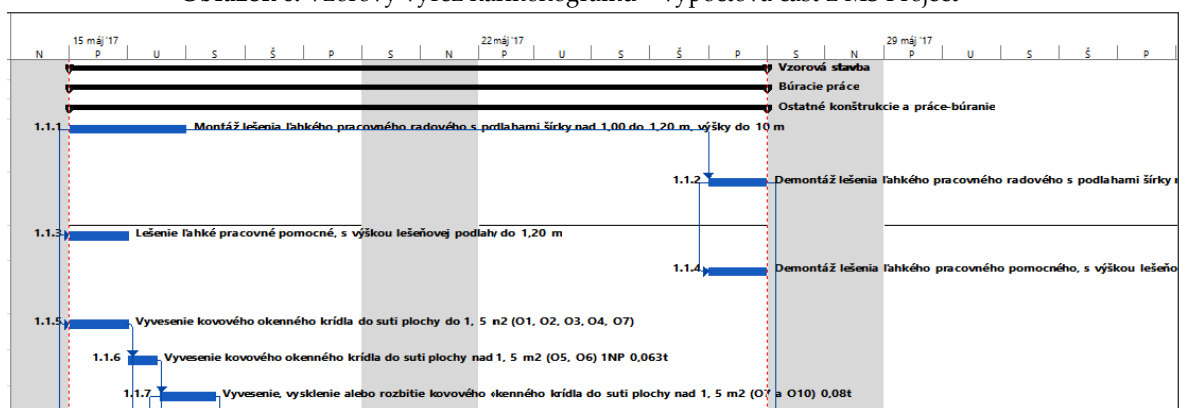
$$\text{Napätie} = \frac{\text{Výpočtová prácnosť} \times 100}{\text{Navrhnutá prácnosť}}$$

- Začiatok činnosti (dátum)
- Koniec činnosti (dátum).

Časové zobrazenie v základnom členení súhrnných úloh podľa základnej hierarchickej štruktúry procesov „WBS“ je zobrazený nižšie na obr. 6 a 7. [9; 10].

Identif.	Názov úlohy	M.J.	Počet M.J.	Normová prácnosť (Nh/M.J.)	Výpočtová prácnosť (NH)	Počet pracovníkov	Doba trvania	Navrhnutá prácnosť (h)	Napätie(%)	Začiatok	Koniec
0	Vzorová stavba						10 d			Po 15.05.17	Pi 26.05.17
1	1 Búradie práce						10 d	2 158,4 h		0 Po 15.05.17	Pi 26.05.17
2	1.1 Ostatné konštrukcie a práce-búranie						10 d	1 022,4 h		0 Po 15.05.17	Pi 26.05.17
3	1.1.1 Montáž lešenia ľahkého pracovného radového s podlahami šírky nad 1,00 do 1,20 m, výšky do 10 m	m2	1417,2	0,14	198,41	pracovník[20]	2 d	320 h	62,50	Po 15.05.17	Ut 16.05.17
4	1.1.2 Demontáž lešenia ľahkého pracovného radového s podlahami šírky nad 1,00 do 1,20 m, výšky do 10 m	m2	1417,2	0,1	141,72	pracovník[20]	1 d	160 h	88,58	Pi 26.05.17	Pi 26.05.17
5	1.1.3 Lešenie ľahké pracovné pomocné, s výškou lešeňovej podlahy do 1,20 m	m2	246,02	0,1	24,6	pracovník[3]	1 d	24 h	102,51	Po 15.05.17	Po 15.05.17
6	1.1.4 Demontáž lešenia ľahkého pracovného pomocného, s výškou lešeňovej podlahy do 1,20 m	m2	246,02	0,01	2,46	pracovník	1 d	8 h	30,75	Pi 26.05.17	Pi 26.05.17
7	1.1.5 Vyvesenie kovového okenného krídla do suti plochy do 1,5 m2 (O1, O2, O3, O4, O7)	ks	103	0,05	5,15	pracovník	1 d	8 h	64,38	Po 15.05.17	Po 15.05.17
8	1.1.6 Vyvesenie kovového okenného krídla do suti plochy nad 1,5 m2 (O5, O6) 1NP 0,063t	ks	36	0,05	1,8	pracovník	0,5 d	4 h	45,00	Ut 16.05.17	Ut 16.05.17
9	1.1.7 Vyvesenie, vysklenie alebo rozbitie kovového okenného krídla do suti plochy nad 1,5 m2 (O7 a O10) 0,08t	ks	118	0,07	8,26	pracovník	1 d	8 h	103,25	Ut 16.05.17	Str 17.05.17

Obrázok 6. Vzorový výrez harmonogramu – výpočtová časť z MS Project



Obrázok 7. Vzorový výrez harmonogramu – grafická časť z MS Project

Ďalším významným prvkom časového plánovania je kritická cesta. Je to sled činností, ktoré nasledujú za sebou alebo sú logicky previazané a ich zmena doby má vplyv na celkovú dobu výstavby. Kritická cesta môže byť viacnásobná z dôvodu viacerých činností ležiacich na kritickej ceste. Činnosti ležiace na kritickej ceste by pri zmene svojej doby realizácie zmenili dobu realizácie diela. Preto sú v harmonograme vyznačené voľné časové rezervy, ktoré vykresľujú možnosti voľných aj celkových časových rezerv na realizáciu, technologické prestávky a možnosti posunov vybraných činností.

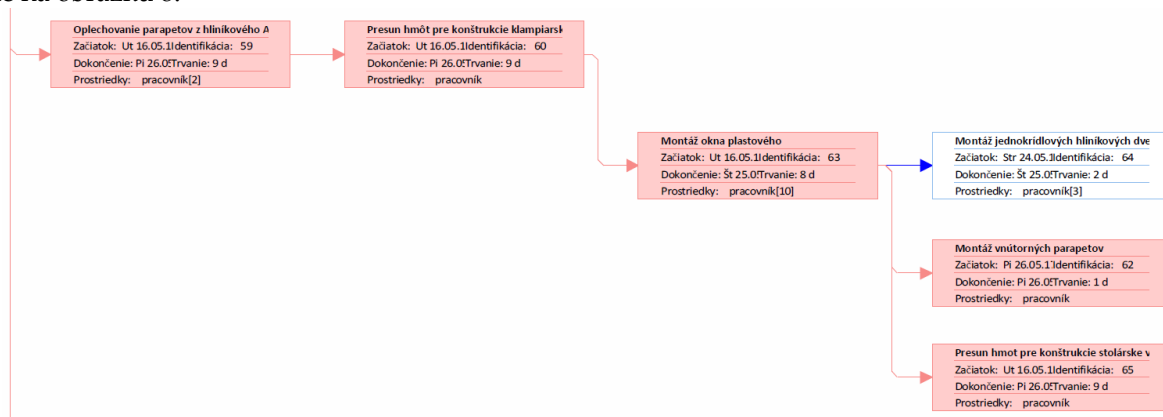
Nasadenie pracovnej sily (pracovníkov) musí byť primerane zatriedené a rozdelené do každej položky (činnosti) podľa profesie. Jednotlivé profesné čaty pozostávajú vždy z odborníka, ktorý má oprávnenie na vykonávanie činnosti a jeho pomocníkov, ktorý mu pri hlavnej činnosti pomáhajú a v prípade nasadenia na činnosť, ktorá im umožňuje prácnosťou a napätím súbežne začať alebo vykonať inú činnosť, takúto môžu realizovať.

Príkladné zadanie 2:

Projektový plán realizácie predmetu zákazky (diela) vo forme časového plánu musí obsahovať hierarchickú schému rozdelenia prác (workbreakdownstructure), t.j. štruktúrovanú hierarchickú schému na seba nadväzujúcich atomických pracovných aktivít alebo ekvivalentnú schému logicky previazanú s podrobným časovým plánom, pričom za atomické sa budú považovať také úkony a aktivity, ktoré sú súvisle vykonávané tak, že výsledok takéhoto úkonu alebo aktivity je z hľadiska realizácie časového plánu hodnotený binárne (ukončený/neukončený).

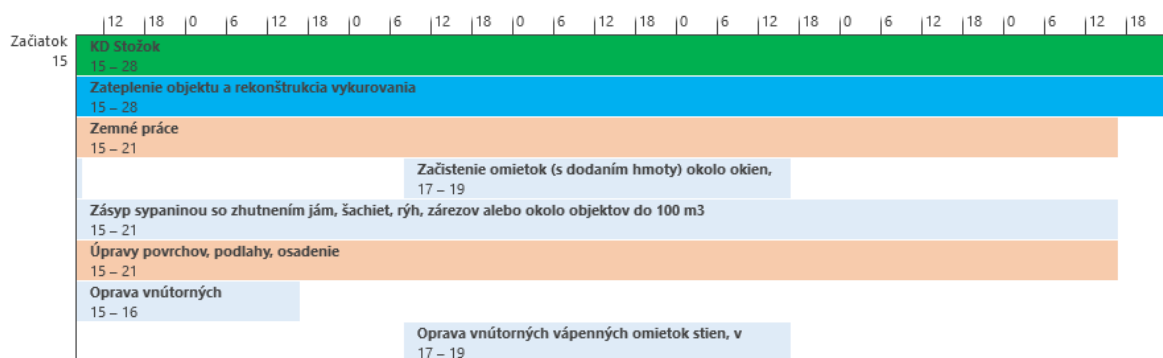
Riešenie 2

V tomto prípade môže mať časový plán identické rozdelenie a štruktúru ako Ganttov graf popísaný vyššie v riešení 1. Avšak zobrazenie môže byť aj vo forme sieťového grafu. MS Project umožňuje aj tvorbu hranovo definovaného časového plánu. Vzorový sieťový graf je zobrazený nižšie na obrázku 8.



Obrázok 8. Vzorový výrez sieťového grafu z MS Project

Prípadným riešením však môže byť aj časová os zostavená v MS Projecte, ktorá spĺňa požiadavku zadania. Príkladné zobrazenie je na obrázku 9.



Obrázok 9. Vzorový výrez časovej osi z MS Project

4. Záver

Požadované časové plány definované ako „hierarchickú schému rozdelenia prác (workbreakdownstructure), t.j. štruktúrovanú hierarchickú schému na seba nadväzujúcich atomických pracovných aktivít alebo ekvivalentnú schému logicky previazanú s podrobným časovým plánom, pričom za atomické sa budú považovať také úkony a aktivity, ktoré sú súvisle vykonávané tak, že výsledok takéhoto úkonu alebo aktivity je z hľadiska realizácie časového plánu hodnotený binárne (ukončený/neukončený)“, je možné teda spracovať vo forme Ganttovho grafu, sieťového grafu, časovej osi s činnosťami alebo cyklogramu. Zdrojové údaje je potrebné získať z dostupných zdrojov alebo si niektoré vytvoriť. Článok priblížil problematiku spracovávaní harmonogramov, analyzoval požiadavky na časové plány z verejných obstarávaní. Spracovanie harmonogramu je komplexný proces, do ktorého vstupuje mnoho faktorov hlavne v predprojektovej príprave, ale aj skúsenosti z praxe. Jeho štruktúra a rozsah sa prispôbuje účel alebo požiadavke. Ako kontrolný nástroj však počas výstavby poskytuje časový nadhľad samotnej realizácie a vyhýbanie sa konfliktom v priestore a čase.

Literatúra

1. Zákon č. 343/2015 Z. z. Zákon o verejnom obstarávaní a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.
2. Zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon) v znení neskorších predpisov
3. Makýš, O.; Makýš, P. Technologický projekt. *Stavenisková prevádzka a zariadenie staveniska*. Bratislava : Vydavateľstvo STU, 2003. s. 203. ISBN 80-227-1847-5.
4. Makýš, P. Metodika tvorby časového plánu výstavby pri zohľadnení vplyvu pracovného prostredia. In *VII. Vedecká konferencia s medzinárodnou účasťou. Zborník prednášok. : 11.sekcia: Technológia a riadenie v stavebníctve*. TU Košice, 22.-24.5. Košice : Technická univerzita v Košiciach, 2002, s.75-78. ISBN 80-7099-817-2.
5. Wilson, J. M. Ganttcharts. A centenary appreciation, In: *European Journal of Operational Research*. Volume 149, Issue 2, 1 September 2003, Pages 430-437, [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00769-5](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00769-5)
6. Jones, Ch. V. The Three-Dimensional Gantt Chart, Special Focus Article, University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, <https://doi.org/10.1287/opre.36.6.891>
7. Kozlovská, M.. Význam časového plánovania pre efektívnosť výstavby. In: *Eurostav*. Roč. 7, č. 4, 2001, s. 54-55
8. Jia, H.Z.; Fuh, J.Y.H.; Nee, A.Y.C.; Zhang, Y.F., Integration of geneticalgorithm and Gantt chart for job shop scheduling in distributed manufacturing systems, In: *Computers & Industrial Engineering*, Volume 53, Issue 2, September 2007, Pages 313-320, <https://doi.org/10.1016/j.cie.2007.06.024>
9. Bašková, R. Časové plánovanie výstavby v programe MS Project, ISBN 978-80-553-0818-0, Vydavateľstvo Univerzitná knižnica TUKE Košice. 2011
10. Šrámek, J. Časové plánovanie, návody na cvičenia, ISBN 978-80-554—0876-7, Vydavateľstvo EDIS. 2014