

برنامه‌ریزی و کنترل پروژه از هنگامی شد که بشر زمان را شناخت و فعالیت‌های خود را در زمان تنظیم کرد. ممکن است بشر اولیه طلوع آفتاب را برای برخاستن و عزیمت به شکار، خورشید میان روز را برای ناهار و استراحت و غروب را برای بازگشت به خانه انتخاب کرده باشد.

مسئلاً او امکانات و منابع دور و بر خود را تا فعالیت و زمان تنظیم کرده است؛ یعنی با طلوع آفتاب به ابزار شکار، مسیر شکارگاه نیاز داشته، یا موقع بازگشت، در غروب، آوردن غذا را برای خانواده لازم می‌دانسته است.

بنابراین، می‌توان گفت قدمت برنامه‌ریزی و کنترل به قدمت تاریخ بشر است. بدون شک در پروژه‌های بزرگی چون دیوار بزرگ چین، اهرام ثلاثه، با کاخها و جنبه تاریخی از آن استفاده شده است.

— برنامه‌ریزی

— قابل کنترل

— برای پروژه‌های

— مهندسی

— مهندس امیرمسعود سلامی

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد (نراق)

چگونه بشر توانسته است پروژه‌های پیچیده و پرفعالیتی مانند پلها، راهها و بناهای عظیم تاریخی را برنامه‌ریزی کند؟ تنظیم فعالیتها و منابع در طول زمان برای فعالیتهای روزمره آدمی با کمک ذهن مقدور است، ولی برای پروژه‌های بزرگی که حداقل دهها اجراکننده دارد تنها ذهن و حافظه پاسخگو نیست. از روشها و سیستمهای برنامه‌ریزی پروژه‌های دوران باستان اطلاع دقیقی در دست نیست اما به نظر نمی‌رسد که این پروژه را تنها با شلاق و زور کنترل می‌کردند.

آنچه بعدها تکنیک برنامه‌ریزی کنترل خوانده شد، بر اساس نموداری است که گانت ابداع کرد و به «بار چارت» یا «نمودار میله‌ای» معروف شده است.

در این نمودار عنوان فعالیت یا شرح آن را در سطرهای مختلف می‌نویسند و متناسب با مدت زمان لازم برای انجام آن، خط یا میله‌ای را در مقابل آن رسم می‌کنند.

واحدهای زمان، مانند روز، هفته یا ماه، در بالای آن میله نمایش داده می‌شود. هنگام اجرای فعالیتها می‌توان زمان طی شده برای اجرا را در کنار میله‌ای که به عنوان برنامه کشیده شده است نمایش داد؛ در این صورت، بهترین حالت اجرای پروژه آن است که میله کنترل یا خط اجرا کوتاهتر یا برابر میله و خط برنامه باشد.

مهمترین ضعف روش بار چارت یا نمودار گانت آن است که روابط بین فعالیتها آن چنان که ارتباط چند فعالیت ساده روزمره را در ذهن خود تعیین و ترسیم می‌کنیم فراهم نمی‌شود. این مشکل، یعنی نداشتن تکنیک برای نمایش روابط فعالیتها، اولین بار در یکی از پروژه‌های نیروی دریایی آمریکا بدین صورت حل شد که روابط فعالیتها در طول زمان همراه با منابع مورد نیاز آنها با تکنیک «رسم شبکه» ابداع شد و از آن به بعد رسم شبکه فعالیتها همانند آنچه ما در ذهن انجام می‌دهیم رواج یافت.

بدین ترتیب می‌توان گفت که برنامه‌ریزی و کنترل پروژه، بیشتر فن است تا علم، ولی نباید فراموش کرد که این فن از روابط علمی بین فعالیتها سود می‌جوید و این روابط بر اساس اصول ریاضی تعریف می‌شوند. به همین سبب، استفاده از کامپیوتر در شبکه‌های پر فعالیت و پیچیده امری ضروری است. با پیدایش تکنیکها و سیستمهای پیشرفته برنامه‌ریزی و کنترل پروژه، اهمیت و ضرورت آن در مدیریت پروژه‌ها، بالاخص در شرایط محدودیت منابع، آشکار شده است و تنها با بهره‌گیری از این تکنیک است که:

– فعالیتهای پروژه تا حد ممکن شناسایی و تفکیک می‌شود، روابطشان با یکدیگر معلوم می‌گردد و تمامی آنها روی شبکه نمایش داده می‌شود.

برنامه زمانبندی و پیشرفت پروژه

۱۳۷۷												۱۳۷۶												شرح فعالیت
۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
[Blank Gantt bar]																								طراحی فونداسیون تجهیزات خط تولید
[Blank Gantt bar]																								مهندسی اساسی معماری
[Blank Gantt bar]																								مهندسی تفصیلی معماری
[Blank Gantt bar]																								مهندسی اساسی معماری ساختمان
[Blank Gantt bar]																								مهندسی تفصیلی معماری ساختمان
[Blank Gantt bar]																								مهندسی تفصیلی ساختمان
[Blank Gantt bar]																								مهندسی اساسی
[Blank Gantt bar]																								مهندسی تفصیلی
[Blank Gantt bar]																								مهندسی تفصیلی ساختمان موزه خانه مرکزی
[Blank Gantt bar]																								مهندسی اساسی معماری اتاق کنترل باسکول
[Blank Gantt bar]																								مهندسی تفصیلی معماری اتاق کنترل باسکول
[Blank Gantt bar]																								مهندسی تفصیلی فونداسیون اتاق باسکول
[Blank Gantt bar]																								فعالیت [Blank] پیشرفت [Blank] موعده [Blank]
«بارچارت» یا «نمودار میله‌ای» که اولین بار توسط هنری ل. گانت طراحی و ایجاد شد																								

– از طریق مطالعه شبکه، دست اندرکاران پروژه از شناختی یکسان و هماهنگ نسبت به پروژه برخوردار می‌شوند. علاوه بر آن، هر یک از مجریان جایگاه فعالیت‌های مورد تعهد خود را در کل و نسبت به دیگر فعالیتها خواهند شناخت.

– از طریق تجزیه فعالیتها، مقادیر واقعی کارهای انجام شده و منابع مصرف شده بهتر قابل اندازه‌گیری هستند؛ از این رو تعیین وضعیت پروژه در تمامی مراحل میسر خواهد بود.

– با اطلاع از روند پیشرفت پروژه و پیش‌بینی آثار تأخیر در انجام هر فعالیت و علت آن (معمولاً عدم دسترسی به منابع لازم برای انجام آن فعالیت) تصمیم‌گیری نسبت به آینده پروژه امکان‌پذیر می‌گردد.

– مهمتر از همه، یا ثبت آنچه در عمل رخ داده است، امکان استفاده از تجربیات چگونگی انجام پروژه برای آینده فراهم می‌شود.

به هر حال، برنامه‌ریزی و کنترل پروژه، تکنیک رسم شبکه و امکان استفاده از کامپیوتر در تنظیم برنامه و کنترل آن ناقض این نکته نیست که صاحب کار باید کار را شناسایی کند، تجزیه کند، و روابط فعالیتها را با یکدیگر بسنجد، چه هیچ فعالیتی نیست که نتوان آن را به

اجزای کوچکتر تقسیم کرد مگر آنکه شناخت کافی از آن کار وجود نداشته باشد. بد نیست در اینجا اشاره شود که طرحها و پروژه‌های صنعتی به رغم تنوع ماهیتشان، مشخصات عمومی و مشترکی دارند:

۱. همگی آنها مجموعه فعالیتهای پیچیده‌ای هستند که ارتباط بین این فعالیتها تغییرپذیر است، و در شرایط زمانی و مکانی اجرا وضعیتهای متفاوتی به خود می‌گیرند که در آنها تصمیم‌گیریهای ویژه ضرورت می‌یابد.
۲. دوره زندگی این پروژه‌ها از مراحل مختلفی مانند بررسی، طراحی، ساخت و اجرا تشکیل شده است که هر کدام نتیجه و محصول ویژه خود را دارند.
۳. تفکیک و تجزیه مراحل پروژه کار ساده و آسانی است و هر مرحله با توجه به شرایط ویژه خود ممکن است همزمان با مرحله‌ای دیگر اجرا شود.
۴. همراه با پیشرفت پروژه و شناخت بیشتر نسبت به پیچیدگیهای آن نگرانی و عدم اعتماد نسبت به زمان خاتمه و هزینه‌های پروژه کاهش می‌یابد.

برنامه زمانبندی پروژه افزایش ظرفیت سیستم انتقال مواد

ردیف	شرح فعالیت	زمان	توسط	نفر-ساعت	۱۳۷۷																	
					۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲						
۱	کارهای عمومی	۲۴۵ روز																				
۲	تنفیذ قرارداد	.																				
۳	مکانیکال	۲۴۵ روز																				
۴	بررسی و جمع‌آوری اطلاعات و هماهنگی PU04	۸۹ روز	M	۶۰۰																		
۵	بررسی و جمع‌آوری اطلاعات و هماهنگی PU06	۸۹ روز	M	۲۰۰																		
۶	بررسی و جمع‌آوری اطلاعات و هماهنگی PU09	۸۹ روز	M	۲۰۰																		
۷	جانبایی و جریان مواد PU04	۷۵ روز	M	۱۰۰																		
۸	جانبایی و جریان مواد PU06	۷۵ روز	M	۵۰																		
۹	جانبایی و جریان مواد PU09	۷۵ روز	M	۵۰																		
۱۰	طرح‌ریزی عمومی مکانیکال PU04	۱۸۶ روز	M	۶۰۰																		
۱۱	طرح‌ریزی عمومی مکانیکال PU06	۱۸۶ روز	M	۲۰۰																		
۱۲	طرح‌ریزی عمومی مکانیکال PU09	۱۸۶ روز	M	۲۰۰																		

فعالیت
پیشرفت
موضوع
خلاصه

نرم‌افزارهای برنامه‌ریزی و کنترل پروژه توانایی آن را دارند که نتیجه شیکد را به صورت جدول و با جارت (مشابه نمودار گانت) نیز نمایش دهند. در نمونه ۷-۷ زمان انجام هر فعالیت به روز در ستون «زمان» واحد انجام دهند در ستون «توسط» و میزان تخصیص منابع در ستون «نفر-ساعت» نمایش داده شده و در مقابل آن وضعیت انجام فعالیت رسم شده است.

۵. و بالاخره هزینه جبران عقب افتادگی همه پروژه‌ها در مراحل انتهایی با شتاب بیشتری افزایش می‌یابد.

با مقدمه‌ای که گفته شد، می‌توان مسئولیت کارشناسان برنامه‌ریزی و کنترل پروژه به مفهوم امروزی را چنین تعریف کرد:

همکاری با پروژه برای تنظیم فعالیتها در طول زمان و تخصیص منابع به فعالیتها با توجه به تخصص و آشنایی با رسم شبکه (برنامه‌ریزی)، و به دنبال آن گردآوری وضعیت فعالیتهای اجرا شده، و بهنگام کردن برنامه (کنترل پروژه) به کمک بسته‌های نرم‌افزاری کامپیوتر.

ابزار کارشناس برنامه‌ریزی و کنترل پروژه، شامل قرارداد، حدود خدمات، حدود خدمات تفصیلی شده و اطلاع از میزان پیشرفت فیزیکی هر فعالیت است که از طریق مدیر پروژه و همکارانش ارائه می‌شود.

به عبارت دیگر، وظیفه کارشناس کنترل پروژه عبارت است از رسم شبکه فعالیتها همراه با تعیین منابع مورد نیاز آنها، تنظیم و توزیع فعالیتها بین عناصر انجام دهنده آن، گردآوری اطلاعات پیشرفت کار، بهنگام کردن شبکه و نهایتاً گزارشی هشدار دهنده از وضعیت پروژه و پیش‌بینی آینده آن.

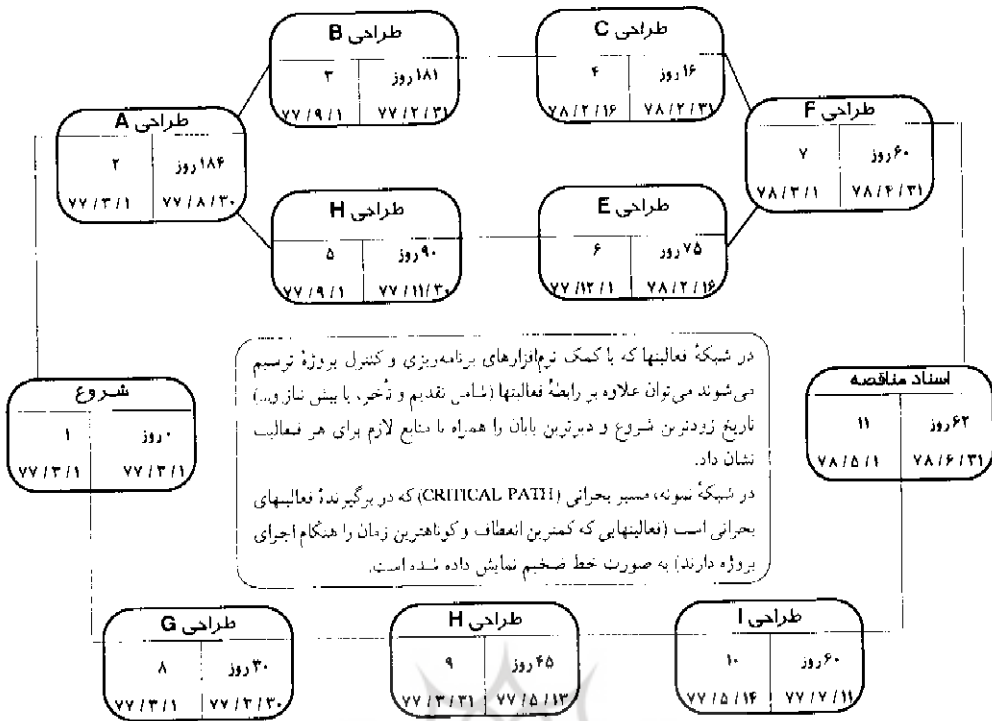
با آگاهی از معنای کلمه پروژه ضرورت به کارگیری تکنیکهای برنامه‌ریزی و کنترل پروژه روشن‌تر می‌شود. پروژه واژه‌ای است که معنی لغوی‌اش پرتاب به آینده است. روشن است که پرتاب همواره از فشار ناشی می‌شود و نقطه فرود این پرتاب در آینده نیز با نوعی عدم اطمینان همراه است. بدین ترتیب، پروژه مجموعه فعالیتهایی است که هدفی را در آینده دنبال می‌کند و بایستی در شرایطی نامطمئن یا منحصر به فرد به ثمر برسد.

از این‌رو، مدیریت پروژه و تکنیکهای برنامه‌ریزی و کنترل پروژه در پی آن است که با استفاده از طرحی آماده، شرایط اجرای آن را پیش‌بینی کند. همان‌طور که گفته شد، پیش‌بینی اجرا مستلزم شناخت فعالیتها و مهمتر از آن شناخت روابط فعالیتها با یکدیگر همراه با تعیین منابع مورد نیاز برای اجرای آنهاست.

مدیریت و برنامه‌ریزی و کنترل در پروژه‌های مهندسی

مهمترین مشغله در مدیریت پروژه‌ها اجتناب از بالا رفتن هزینه‌ها (در اثر افزایش منابع پروژه) و طولانی شدن زمان انجام پروژه است.

نمونه شبکه فعالیت



آنچه موجب افزایش هزینه های پروژه می شود منابع مورد استفاده در پروژه است. این منابع در پروژه های صرفاً مهندسی، نفر، ساعت کارشناس و تکنیسین و خدمات مورد استفاده در پروژه است، در حالی که در سایر پروژه ها (که تدارکات و اجرا را نیز شامل می شوند) مواد، تجهیزات، ماشین آلات، ابزار، خدمات و پرسنل لازم برای تهیه و تدارک این منابع و اداره و انجام پروژه را نیز در بر می گیرد.

این منابع تماماً قابل اندازه گیری اند و حتی می توان آنها را به ریال در آورد. از این رو، برنامه ریزی آنها همزمان با برآوردهای پروژه میسر است، و کنترل عملیات نیز در طول اجرای پروژه، براساس مقایسه مقادیر واقعی یا هزینه های انجام یافته (بدهای خرج شده به اضافه تعهدات) با مقادیر برآورد و برنامه ریزی شده امکان پذیر می گردد. به عبارت دیگر: برنامه ریزی و کنترل منابع پروژه برای فعالتهای مهندسی، تدارکاتی و اجرایی عموماً در قالب سیستم کنترل هزینه نیز قابل انجام است.

جنبه دیگری از پروژه که باید برنامه ریزی و کنترل شود زمان انجام پروژه است. زمان یا تعریف فعالیتها و توزیع آنها در محدوده زمانی پروژه برنامه ریزی می شود؛ و با اندازه گیری پیشرفت واقعی هر فعالیت در مقایسه با پیشرفت پیش بینی شده، میزان بازدهی کنترل می گردد.

کنترل فعالیتها در مرحله مهندسی به مراتب مشکلتر و پیچیده‌تر از کنترل فعالیتها در مراحل تدارکات و اجرا است، زیرا:

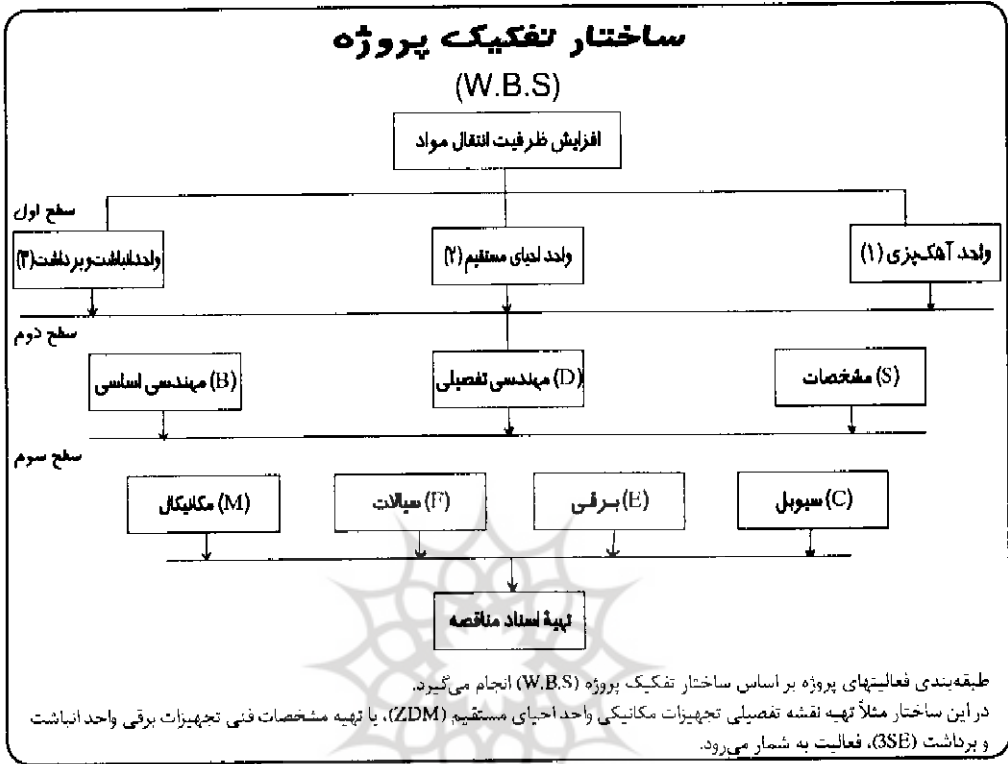
- اندازه‌گیری فعالیت‌های مهندسی مشکلتر از سایر فعالیتها در فازهای دیگر است.
- شناخت و پیگیری شروع و پایان فعالیت‌های مهندسی از دیگر فعالیتها مشکلتر است.
- همزمانی انجام فعالیتها در فاز مهندسی و تداخل و همزمانی آنها به مراتب بیش از فعالیت‌های فازهای دیگر است. این مسئله هنگام انجام همزمان تدارکات و اجرا با مهندسی دشواریهای بیشتری را به وجود می‌آورد.
- غالباً مسئولیت انجام هر فعالیت مهندسی بین تخصص‌های مختلف تقسیم می‌گردد. بدیهی است که اداره و کنترل کار در چنین شرایطی پیچیده‌تر و دشوارتر از زمانی است که هر فعالیت با تخصص ویژه‌ای انجام پذیرد.
- دست و پنجه نرم کردن با دشواریهای یاد شده در پروژه‌هایی که کار مهندسی آنها با تدارکات و اجرا همزمانی داشته باشند بسیار سخت‌تر خواهد بود، لیکن با تمام این احوال، کار مهندسی قابل برنامه‌ریزی و کنترل است و دستاورد آن مزایای زیر را در بر خواهد داشت:

- برنامه پروژه و میزان کارایی آن مستند می‌گردد.
- مشکلات و گرایشهای نامطلوب کار مشخص می‌شوند.
- ارتباط بین طراحان و مهندسان را موجب می‌شود.
- مجموعه اطلاعات موجود در سازمان را غنی‌تر می‌کند، و انجام برآورد و برنامه‌ریزی را با صحت و دقت بیشتری میسر می‌گرداند.
- در ادامه مقاله از اصول اولیه برنامه‌ریزی و کنترل پروژه‌های مهندسی سخن می‌رود.

سازماندهی پروژه‌های مهندسی

سازماندهی صحیح هر پروژه مهندسی ضامن موفقیت در مدیریت و کنترل آن پروژه است. هنگامی که واحدها و افراد متعددی در انجام یک پروژه مهندسی درگیر می‌شوند، پیچیدگیهای مربوط به مدیریت و برنامه‌ریزی و کنترل آن پروژه آغاز می‌گردد. درست از همین لحظه باید کار پروژه را به خوبی مرزبندی کرد، حدود خدمات را به صورت روشن و کاملاً مشخص تعیین نمود و مسئولیت انجام آن را به مدیری باتجربه و واجد شرایط سپرد. مدیر پروژه در همین مرحله راهکار و استراتژی انجام آن را معلوم می‌کند و بر حسب اندازه

پروژه (کوچکی و بزرگی) و همچنین میزان پیچیدگی حدود آن، یکی از سه گونه سازماندهی زیر را برای انجام پروژه انتخاب می‌کند.



تفکیک وظایف

سازماندهی بر اساس تفکیک وظایف تخصصی از قدیمی‌ترین شیوه‌های سازماندهی هر می است که طی آن واحدهای مختلف مانند مهندسی، حسابداری، و اجراء، از لحاظ سازماندهی در حیطه تخصصی خود مستقل از یکدیگر عمل می‌کنند و هماهنگی و رفع تناقضها و اختلافهای میان شاخه‌های مختلف سازمانی به عهده مدیریت ارشد سازمان است، و هر یک از واحدها گزارش خود را برای او ارسال می‌کنند. استفاده از چنین شیوه‌ای برای انجام پروژه‌های مهندسی هنگامی مطلوب است که به تماس و تبادل اطلاعات بین واحدها نیاز چندانی نباشد و هماهنگی کارها و فعالیتها به سهولت انجام پذیر باشد. در چنین سازمانی مدیریت ارشد سازمان وظیفه مضاعف مدیریت پروژه را نیز به عهده خواهد داشت. این شیوه سازماندهی شاید کارایی چندانی نداشته باشد، لیکن هنگامی که مجموعه سازمان درگیر انجام پروژه‌های کوچک باشد توجیه پذیر می‌شود.

تشکیل نیروی کار

در این شیوه، برای انجام پروژه، کارشناسانی از واحدهای تخصصی به تیم پروژه معرفی می‌شوند. افراد معرفی شده در مدت مأموریتشان به صورت تمام وقت تحت نظر مدیر پروژه انجام وظیفه می‌کنند. نحوه شکل‌گیری تیم و افراد آن ممکن است در مراحل مختلف انجام پروژه تغییر یابد.

در این نوع سازماندهی می‌توان از نیروی انسانی و دیگر منابع مورد نیاز در پروژه به صورت متمرکز استفاده کرد. مدیریت چنین سازمانی به سهولت و یا حداقل نیرو امکان‌پذیر است و از این رو برای انجام پروژه‌های بزرگ بسیار مناسب است.

ماتریس

سازمان ماتریسی تلفیقی از دو شیوه سازماندهی تفکیک وظایف و تشکیل نیروی کار است. در نظام ماتریسی دو زنجیره فرماندهی و ارجاع کار برای هر شخص وجود دارد: یکی از طریق واحد تخصصی (تفکیک وظایف) و دیگری از طریق پروژه (تشکیل نیروی کار). چنین شیوه‌ای ایجاب می‌کند که هر شخص همزمان به دو مدیر گزارش دهد: یکی به مدیر پروژه برای هدایت پروژه و دیگری به مدیر واحد برای هدایت فنی کار.

تیم پروژه در نظام ماتریسی متشکل از افرادی است که از میان واحدهای تخصصی مختلف انتخاب و معرفی می‌شوند و انجام فعالیتهای پروژه را تمهید می‌کنند. مدیر پروژه نیز از میان مجموعه تخصصی انتخاب می‌شود، که این مجموعه از تجارب مدیریت پروژه و فرایند لازم برای انجام پروژه خاص برخوردار است. در بسیاری از موارد، چه مدیر پروژه و چه اعضای تیم، همزمان به دو پروژه یا بیشتر سرویس می‌دهند. سازمان ماتریسی هنگامی پر توان و کارا عمل می‌کند که مدیر پروژه نسبت به مدیر واحد اختیار بیشتری روی افراد تیم پروژه داشته باشد.

متقابلاً اگر نظام ماتریسی ناتوان باشد و ضعیف عمل کند، علتش اختیار بیش از حد واحدها نسبت به اختیارات مدیر پروژه است.

- سازماندهی ماتریسی معمول‌ترین روش سازماندهی برای مدیریت پروژه‌های مهندسی است. اگر شرایط مطلوبی برای عملکرد چنین سازمانی فراهم شود نتیجه آن خواهد شد که:
- حداکثر هماهنگی بین اجزای پروژه برقرار شود.
 - تبادل اطلاعات و گردش آن روان خواهد بود.
 - و بالاخره تخصیص، توزیع بهره‌گیری از نیروهای کارشناسی بهینه می‌گردد.

نظام ماتریسی در عین حال اقتصادی‌ترین شیوه مدیریت برای انجام پروژه‌های متعددی است که چنان بزرگ هستند که مستلزم تیم پروژه باشند و نه چندان کوچک هستند که انجام آن در نظام تفکیک وظایف توجیه‌پذیر باشد.

کنترل پروژه در سازمان پروژه

در پروژه‌های مهندسی، کنترل پروژه از هنگام برنامه‌ریزی اولیه و بودجه‌بندی پروژه آغاز می‌شود و تا مراحل مهندسی اساسی و ادامه می‌یابد. چنانچه مهندسی بخشی از قراردادی که با تدارکات و اجرا همزمانی و تداخل باشد، کنترل پروژه مهندسی با کنترل پروژه تدارکات و اجرا پیوستگی خواهد داشت.

کنترل پروژه به منزله چشم و گوش مدیریت سطوح است و ضمناً منبع اطلاعات و پیشرفت کار برای کارفرما نیز به حساب می‌آید. به همین سبب از نظر سازمانی بایستی موقعیتی قرار گیرد که مستقیماً پاسخگویی مدیر پروژه و بخشی جدایی‌ناپذیر از مدیریت پروژه باشد. البته سیستم موفق کنترل پروژه بایستی اطلاعات به دست آمده را ارزیابی کند و پیشنهاد لازم را برای تصمیم‌گیری و اقدام مدیر پروژه ارائه می‌دهد، لیکن در غیاب مدیریت قوی پروژه، امکانی برای موفقیت کنترل پروژه فراهم نیست.

اصول کنترل پروژه مهندسی

۱. مهندسی و ارتباط آن با فازهای دیگر

به‌طور معمول، در برپایی یک طرح صنعتی، فازهای مهندسی و تدارکات و اجرا (ساختمان و نصب) و راه‌اندازی به موازات یکدیگر و در تداخل و همزمانی با یکدیگر انجام می‌پذیرند.

اگر مسئولیت انجام تمامی این فازها طی قراردادی به یک مؤسسه مهندسی و اجرا واگذار شود، این قرار را «مهندسی تدارکاتی - ساخت» یا E. P. C (Engineering - Procurement - Construction) می‌نامند.

قرارداد E. P. C چنانچه مربوط به همه اجزای یک طرح صنعتی باشد، قرارداد کلید در دست (Turnkey) خواهد بود.

در چنین حالتی، البته هر یک از فازهای یاد شده بر حسب ماهیت و طبیعت خود از برنامه تفصیلی و مستقلی برخوردار خواهد بود، لیکن به سبب ارتباط و گره‌زمانی بین آنها،

مدیریت و هماهنگی فعالیتهای هر فاز با فاز دیگر به عهده مجری طرح یا مدیر کل پروژه‌ها خواهد بود. در هر حال، لازم است آثار هرگونه تغییر و تجدید نظر در هر یک از برنامه‌های مهندسی، تدارکات یا اجرا، بر روی یکدیگر بررسی شود و در صورت لزوم تغییر یابد.

گاهی ممکن است کارهای مهندسی جدا از تدارکات و اجرا به عهده شرکت‌های مهندسی مشاور گذاشته شود. در چنین شرایطی که برای مهندسی، تدارکات و اجرا قراردادهای جداگانه منعقد می‌شود، وظیفه هماهنگی و مدیریت فازهای یاد شده به عهده کارفرماست. کارفرمایان ممکن است همین وظیفه را در قرارداد جداگانه‌ای تحت عنوان «مدیریت پروژه‌ها» (Monitoring) به شرکت‌های مشاور واجد شرایط واگذار کنند. در هر حال ماهیت برنامه مهندسی ایجاب می‌کند که نتایج حاصل از این برنامه، که همان محصول فعالیت مهندسی است، به عنوان راهنما در فازهای تدارکات و اجرا به کار گرفته شود.

به عبارت دیگر، پایان یافتن کار تهیه نقشه‌ها و سایر مدارک مهندسی می‌تواند با آغاز کار ساخت یا خرید تجهیزات مقارن باشد یا با کار ساختمان و نصب مرتبط شود. به همین ترتیب، ساخت و خرید و حمل تجهیزات مستقیماً با فعالیتهای مربوط به ساختمان و نصب آن تجهیزات مربوط می‌شود. از این رو، برای اعمال مدیریت و انجام نظارت در چنین طرحهایی لازم است سه برنامه یاد شده در اختیار باشد ضمن آنکه هر یک به صورت مستقل کنترل می‌شوند، همواره به صورت یک مجموعه مرتبط تحت یک برنامه مادر (Master Plan) مورد بررسی قرار گیرند.

۲. ماهیت فعالیتهای مهندسی

عمده‌ترین محصول فعالیتهای مهندسی مدارک و مستندات است که به عنوان راهنما برای ساخت تجهیزات مهندسی و اجرای عملیات ساختمان و نصب به کار می‌رود. سایر محصولات عبارتند از گزارشهای مطالعاتی، روش کار، دستورالعملهای بهره‌برداری و خدمات مشاوره‌ای مختلف.

هنگام تهیه این محصولات عموماً گروه‌های مهندسی مانند سیویل، معماری، سازه، مکانیک، برق، ابزار دقیق، و گروه‌های خاص دیگر، مانند فرایند، و تجهیزات جانبی، در زمینه‌های مطالعات فنی - اقتصادی، مطالعات زیست محیطی، شناخت بازار مواد و تجهیزات و غیره درگیر خواهند بود.

محصولات مهندسی به صورت نقشه، مشخصات فنی، مدلها، دستورالعملها،



گزارشهای مطالعاتی، و امثال آن عرضه می‌شوند و به عنوان محصولات قابل تحویل تنها عامل و وسیله تشخیص میزان پیشرفت کار مهندسی محسوب می‌شوند. به‌طور یقین پروژه مهندسی باید براساس قراردادی انجام پذیرد که در آن فهرستی از محصولات معین پیش‌بینی شده باشد.

تهیه فهرست محصولات مهندسی اولین و مهمترین قدم برای مدیریت و برنامه‌ریزی و کنترل پروژه مهندسی است. هر فعالیت و اقدام پروژه باید به آماده شدن یکی از محصولات پیش‌بینی شده پروژه منجر گردد.

۳. تعیین حجم کار مهندسی

تعیین نفر - ساعت مورد نیاز برای تولید هر یک از محصولات مهندسی مناسب‌ترین شیوه تعیین حجم کار پروژه‌های مهندسی است.

سازمانهای باتجربه مهندسی قادرند برآورد کاملاً صحیحی از اسناد مهندسی و نفر - ساعت لازم برای تهیه آنها به دست دهند. سازمانها بر حسب میزان تجربه‌شان به برآوردهای نسبتاً صحیح یا تقریبی دست می‌یابند و رفته‌رفته آن را اصلاح می‌کنند. هنگام عقد قرارداد، همراه با تهیه لیست محصولات مهندسی، نفر - ساعت مورد نیاز برای تهیه هر محصول برآورد می‌شود. این نفر - ساعت مبنای قیمت‌گذاری قرارداد است و ابزاری برای انجام مذاکرات عقد قرارداد محسوب می‌شود.

مدیریت پروژه، بر حسب شرایط قراردادی، میزان بودجه و اعتباری که در اختیار می‌گیرد و همچنین استراتژی که برای انجام پروژه اتخاذ می‌کند، می‌تواند نفر - ساعتهای پیش‌بینی شده برای هر محصول را عیناً ملاک برنامه‌ریزی قرار دهد یا آن را تعدیل کند. به هر حال تعیین نفر - ساعت مورد نیاز هر محصول مهندسی دومین قدم ضروری برای مدیریت، برنامه‌ریزی و کنترل پروژه مهندسی است.

۴. تهیه نمودار موعد

نمودار موعد یا برنامه انجام رویدادهای کلیدی در پروژه‌های مهندسی وسیله‌ای است برای تعیین تاریخ مشخص برای تحویل محصول (یا وقوع رویداد) مشخص.

از آنجایی که تنها از طریق نمودار موعد می‌توان مشکلات برنامه زمانی و انجام تعهدات را پیگیری کرد، این برنامه زمانی رویدادهای کلیدی جزء لاینفک هر قرارداد مهندسی به

- شمار می‌رود. در تهیه نمودار موعد رعایت نکات زیر ضروری است:
- هر موعد در ابتدا و انتهای تعدادی از فعالیتها قرار می‌گیرد و تاریخ مشخص دارد. از این رو، موعد به فعالیتی که هزینه و مدت زمان انجام آن صفر است تعبیر می‌شود.
 - فعالیت پروژه مهندسی باید به محصول مشخص منجر شود که آن محصول به موعد تغییر می‌گردد، لیکن در هنگام تدوین نمودار، تفکیک محصول باید به نحوی باشد که امکان کنترل و نظارت آن موجود باشد.
 - موعد باید نتیجه منطقی یک یا چند فعالیت باشد. بدین ترتیب است که می‌توان میزان پیشرفت در دستیابی به هر موعد را از میزان پیشرفت آن فعالیت دریافت، و برعکس، با دستیابی به موعد می‌توان از انجام یک یا چند فعالیت اطمینان حاصل کرد.
 - رویدادهای خارج از حدود خدمات قرارداد، یا خارج از کنترل مدیر پروژه نیز باید در نمودار موعد گنجانده شود. بدین ترتیب می‌توان از تأخیراتی که خارج از حیطه کنترل مدیر پروژه است و بدون شک تعهدات پروژه را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد آگاه شد.

۵. ساختار تجزیه کار

نحوه تفکیک فعالیت‌های پروژه اصلی و نهایی به کوچکترین اجزای مورد نظر را ساختار تجزیه کار می‌نامند.

هنگام برنامه‌ریزی پروژه گرایش به آن است که پروژه به نحوی شکسته و تجزیه شود که اجزای آن به خوبی قابل تعریف و قابل اداره باشند تا امکان کنترل فراهم گردد، زیرا از طریق کنترل اجزای زیر مجموعه پروژه است که امکان کنترل کل پروژه فراهم می‌شود. رایج‌ترین، ساده‌ترین و امکان‌پذیرترین طریقه تجزیه فعالیتها در پروژه مهندسی عبارت است از تجزیه جغرافیایی کارها بر حسب نواحی مختلف.

بدین ترتیب، نقشه‌ها و مدارک فنی مربوط به هر ناحیه جغرافیایی طرح که مربوط به یک سیستم و به دنبال آن مربوط به یک حوزه تخصصی با تکنولوژی خاص می‌شود، در یک گروه قرار می‌گیرد، زیرا فعالیت‌های منتج به این محصولات در ارتباط مستقیم با یکدیگرند و از نظر زمانی در دوره مشخصی به انجام می‌رسند.

بنابر آنچه گفته شد، کلیه محصولات مهندسی در پروژه‌های خط لوله، آب و گاز، خطوط نیرو، جاده و راه آهن براساس کیلومتر و طول، و در سایر طرحها بر حسب نواحی جغرافیایی قابل تفکیک از بالا به پایین هستند.

درجه و میزان این تفکیک با میزان تفصیلی کردن فعالیتها و با میزان برنامه‌ریزی و کنترل مورد نیاز تناسب و هماهنگی دارد.

۶. فهرست فعالیتها، محصولات مهندسی و تعیین رویدادهای کلیدی مدیر پروژه به هنگام تهیه فهرست فعالیتها، محصولات مهندسی و تعیین رویدادهای کلیدی باید دیدی مجموعه‌گرا نسبت به کل پروژه داشته باشد:

- نسبت به کسانی که توانایی انجام کارهای پروژه را دارند شناخت کافی داشته باشد.
- هنگام تهیه فهرست فعالیتها و رویدادهای کلیدی از مشارکت فعال و مستقیم همکاران خود که انجام دهندگان کار نیز خواهند بود بهره‌مند شود.
- جلسات بحث و بررسی متعدد تشکیل دهد و نسبت به فهرست به دست آمده در هر جلسه هرچندبار لازم می‌داند تجدیدنظر کند.

- همزمان که هدف نهایی پروژه را مدنظر قرار می‌دهد و از بالا به پایین حرکت می‌کند وضعیت موجود را نیز در نظر بگیرد و فعالیتها را از پایین به بالا نیز مرور کند.

هنگامی که فهرست نهایی فعالیتها، محصولات مهندسی و رویدادهای کلیدی تهیه شد، پاسخ روشنی به سئوالات زیر داده شود:

- آیا تاریخ شروع و پایان مشخصی دارد؟

- حدود آن روشن است؟

- انجام دهنده آن تعیین شده است؟

- آیا فعالیت به اندازه و در حد نیاز تفکیک شده است؟

بدین ترتیب مراحل که پروژه طی می‌کند تا برنامه‌ریزی و قابل اجرا شود چنین است:

مراحل برنامه‌ریزی پروژه

- تعیین محصولات پروژه، تفکیک فعالیتهای پروژه و تعیین روابط آنها (What?)

- تعیین کسانی که باید فعالیتها را اجرا کنند (who?)

- تعیین زمان اجرای فعالیتها (when?)

- تعیین شیوه انجام هر فعالیت (How?)

- تعیین ابزار انجام هر فعالیت (What Whit?)