



طرح پیشنهادی پروژه ی طرح ریزی مجدد کارخانه ی پاکسان

دکتر پیوند سپهری
گروه مهندسی صنایع
پردیس دانشکده های فنی - دانشگاه تهران

آدرس: تهران، خیابان امیرآباد شمالی، بعد از بزرگراه شهید گمنام (جلال آل احمد)، دانشکده ی فنی،
ساختمان مرکزی، طبقه ی سوم، گروه مهندسی صنایع، دفتر دکتر پیوند سپهری

تلفن: ۶-۵۶۰۵۶۳۳۸۸

koosha@ut.ac.ir

<http://dr-sepehri.de>

۱. مقدمه:

در آذرماه ۱۳۸۵، بازدید گروه دانشجویان مهندسی صنایع دانشکده ی فنی دانشگاه تهران به سرپرستی دکتر پیوند سپهری از شرکت پاکسان به عمل آمد که طی آن دانشجویان به تشریح اصول مدیریتی و مطالعه موردی این شرکت پرداختند و سپس چند موضوع مرتبط با مباحث مهندسی صنایع و مدیریت، اعم از بازاریابی، منابع انسانی و ... توسط مدیریت شرکت به عنوان پروژه جهت پژوهش و اجرا اعلام گردید. یکی از این موضوعات "طراحی مجدد (Re-Layout) کارخانه ی پاکسان بود که طرح پیشنهادی پروژه (proposal) به قرار زیر ارائه می گردد.

۲. هدف پروژه (Aim of Project):

هدف کلی پروژه، تعیین ورودی‌های مورد نظر و باز طراحی صحیح استقرار اجزای فیزیکی است، به نحوی که ورودی‌ها با کارایی مطلوب از وسایل بگذرد و با انجام فرایندهای لازم به خروجی‌های مورد نظر تبدیل گردند. اجرای صحیح و موفقیت آمیز پروژه نتایج زیر را به دنبال دارد:

- آسان کردن فرآیند تولید
- کم کردن حجم انتقال مواد
- بالا بردن سرعت گردش مواد در جریان ساخت
- افزایش انعطاف پذیری کارخانه
- پایین آوردن حجم سرمایه گذاری های بعدی
- استفاده ی بهتر از نیروی انسانی
- استفاده ی اقتصادی تر از حجم ساختمان ها
- فراهم آوردن امکانات رفاه و ایمنی کارکنان

۳. شرح کوتاهی از پروژه (Short Project Description):

اساساً طراحی و بازطراحی کارخانه یکی از فعالیت های اصلی مهندسی صنایع است و سال هاست مهندسی صنایع به کار در این زمینه اشتغال دارند. فعالیت های پروژه ی مورد نظر در شرکت پاکسان در واقع به طراحی نحوه استقرار اجزای فیزیکی فعالیت ها به طور عام و فعالیت های صنعتی به طور خاص مربوط می گردد. استقرار درست اجزای فیزیکی فعالیت های صنعتی همواره با روش های انتقال مواد در ارتباط است و از همین رو باز طراحی کارخانه و انتقال مواد به دو مفهومی تبدیل شده اند که همواره در کنار هم و با هم مطرح می شوند. در این پروژه با جمع آوری اطلاعات اولیه و تحلیل آنها، فرآیند تولید را که مجموعه ای از فعالیت ها و عملیاتی است که توسط ماشین آلات و نیروی کار جهت تبدیل مواد اولیه به محصولات نهایی انجام می شود، بازطراحی خواهیم نمود.

۴. روش شناسی پروژه (Methodology of Project):

۴.۱. رهیافت علمی و نظری (Theoretical Approach):

پایه ی علمی اجرای پروژه متکی بر دانش طراحی کارخانه است که عموماً در محیط دانشگاهی با عنوان "طرح ریزی واحدهای صنعتی" تدریس می شود و شاخه ای از مهندسی صنایع می باشد. فرآیند طراحی مجدد شامل ۶ مرحله ی زیر می باشد:

- ۱- تعریف مساله
- ۲- تجزیه و تحلیل مساله
- ۳- ایجاد طرح های مختلف
- ۴- ارزیابی طرح برتر
- ۵- انتخاب طرح برتر
- ۶- پیاده سازی طرح

تصمیمات گرفته شده مرتبط با طراحی محصول، برنامه‌ریزی فرآیند، زمان‌بندی تولید و برنامه‌ریزی تسهیلات باید با هم تعیین گردند تا یک سیستم تولیدی یکپارچه بوجود آید که بتواند به اهداف تجاری شرکت دست یابد. همچنین طراحی یک محصول به وسیله ملاحظات زیبایی، مواد و ملاحظات تولیدی تحت تاثیر قرار می‌گیرد.

برای خودکار کردن فرآیند برنامه‌ریزی دستی، می‌توان از برنامه‌ریزی فرآیند به کمک کامپیوتر (CAPP) استفاده کرد. با ترکیب برگ مسیر تولید و نمودار مونتاژ، نموداری بدست می‌آوریم که مروری بر جریان درون واحد دارد. این نمودار، نمودار فرآیند عملیات نام دارد. یک حالت شبکه‌ای از نمایش نمودار مونتاژ و نمودار فرآیند عملیات، حالت خاصی از مدل‌های گرافیکی است که نمودار تقدم و تاخر نام دارد. نمودارهای مسیر بحرانی (CPM) و PERT، نمونه‌هایی از نمودار تقدم و تاخر هستند. همچنین فرمول‌های استاندارد برای جهت تخمین ضایعات، تعداد تجهیزات و کل ماشین‌آلات و نیروی انسانی موردنیاز، در راستای اجرای پروژه مورد استفاده قرار می‌گیرد. شرح کاملتری از رهیافت علمی پروژه به پیوست ارائه می‌گردد.

۴.۲. رهیافت عملی (Empirical Approach):

ساختار عملیاتی و اجرای پروژه با اولویت زمانی به صورت زیر است:

- ارائه ی طرح پیشنهادی (proposal) و مذاکرات اولیه
- بازدید و بررسی خطوط تولید
- جمع آوری اطلاعات از طریق اسناد و مصاحبه با مسئولین خط و مهندسان تولید
- استفاده از نرم افزارهای چیدمان مجدد (QRSB) و نرم افزارهای آماری
- محاسبات ریاضی مربوط به تخمین ضایعات و تجهیزات، ماشین‌آلات و نیروی انسانی مورد نیاز و ...
- تنظیم سند مکتوب پروژه و ویرایش مجدد آن در طی اجرای پروژه به همراه ارائه ی شفاهی به مهندسان و مدیران میانی و ارشد سازمان (Continues Documentation and Presentation)
- پیاده سازی طرح موافقت شده با کمک مهندسان و مدیران در راستای بهینه سازی و بهره وری بیشتر

۵. زمان بندی پروژه (Project Timing):

پس از بازدید و بررسی اولیه فرآیند تولید و ترسیم شبکه ی فعالیت های پروژه، تخمین زمان فعالیت ها و محاسبات CPM آن، زمان دقیق اجرای پروژه مشخص خواهد شد. به طور ضمنی زمان پیش بینی شده برای ارائه ی اولین نسخه ی "سند طراحی مجدد"، ۴۵ الی ۶۰ روز می باشد.

۶. هزینه ی پروژه (Project Cost):

هزینه ی اجرای پروژه توسط مدیریت پروژه و با توجه به قوانین مربوط به ستاد اینترنتیپ بخش ارتباط با صنعت دانشکده ی فنی دانشگاه تهران و پس از توافق طرفین، مشخص و متعاقباً اعلام می گردد.

۷. مدیریت پروژه (Project Management):

ناظران پروژه:

آقای دکتر پیوند سپهری – عضو هیات علمی گروه مهندسی صنایع دانشکده ی فنی دانشگاه تهران
آقای سید مصطفی مقدسی – مدیرعامل شرکت پاکسان و عضو هیات مدیره ی گروه صنعتی بهشهر
تیم اجرای پروژه:

آقایان مسعود قیومی، حامد رفیعی و کوروش یزدانی

دانشجویان گروه مهندسی صنایع دانشکده ی فنی دانشگاه تهران

پیوست ۱: شرح کامل رهیافت علمی اجرای پروژه

مقدمه:

از سال ۱۹۵۵، سالانه تقریباً ۸ درصد تولید ناخالص ملی (GNP) ایالات متحده آمریکا، روی تسهیلات جدید صرف شده است که جدول زیر انواع مخارج را به صورت درصدی از GNP در گروه‌های مختلف نشان می‌دهد. میزان سرمایه‌گذاری سالانه روی تسهیلات جدید، اهمیت برنامه‌ریزی تسهیلات را نشان می‌دهد:

صنایع	درصد GNP
ساخت	۳,۲
معدن	۰,۲
راه‌آهن	۰,۲
هواپیمایی و سایر حمل‌ونقل	۰,۳
امکانات عمومی	۱,۶
مراکز تجاری و سایر مراکز مشابه	۱
همه صنایع	۱,۵
ارتباطات	۸

درصدی از تولید ناخالص ملی (GNP) که از سال ۱۹۵۵ تاکنون، سالانه روی گروه‌های مختلف صنایع برای تسهیلات جدید صرف می‌شود

به عنوان مثال برنامه‌ریزی تسهیلات اثر قابل توجهی روی هزینه‌های حمل‌ونقل و نگهداری خواهد داشت. مخارج عملیاتی یک کارخانه‌ی تولیدی به گونه‌ای است که بین ۲۰ تا ۵۰ درصد آن برای انتقال صرف می‌شود که معمولاً با یک برنامه‌ریزی تسهیلات موثر می‌توان این هزینه‌ها را به ۱۰ تا ۳۰ درصد تقلیل داد. بنابراین اگر برنامه‌ریزی تسهیلات به گونه‌ای موثر به کار گرفته می‌شد، بهره‌وری سالانه کارخانجات تولیدی که آمار آن در بالا داده شده، در ایالات متحده تقریباً در هر یک از ۱۵ سال اخیر به سه برابر افزایش می‌یافت.

علل باز طراحی کارخانه:

۱- آسان کردن فرآیند تولید:

ترتیب قرار گرفتن ماشین‌آلات و تجهیزات و ایستگاه‌های کاری باید به گونه‌ای باشد که مواد به صورت پیوسته، بی‌وقفه و میزان تاخیر در طول انجام عملیات به حداقل برسد که موجب می‌شود فرآیند ساخت به طور ساده و با کارایی مناسب صورت گیرد. شاید اغراق نباشد که به طور متوسط حدود ۸۰ درصد زمانی را که مواد در کارخانه هستند، در بازرسی‌ها و انبار و فقط ۲۰ درصد در جریان عملیات می‌گذرانند. بدین منظور باید سعی شود که انواع مختلف مواد و قطعات در جریان حرکت از یک نقطه به نقطه‌ی دیگر قابل شناسایی و شمارش باشند، با سایر مواد مخلوط نگردند و مواد اولیه، محصول نیم‌ساخته نهایی کیفیت مناسب را حفظ نماید.

۲- کم کردن حجم انتقال مواد:

انتقال مطلوب مواد اولیه، محصول نیم‌ساخته و نهایی یکی از مسائل مهمی است که باید بدان توجه کافی شود. قرار گرفتن صحیح ماشین‌آلات و تجهیزات و الگوی درست جریان مواد موجب حداقل شدن زمان و هزینه‌ی انتقال مواد می‌شود؛ به عنوان مثال، ترتیب قرار گرفتن دستگاه‌ها و ایستگاه‌های کاری باید چنان باشد که میزان برگشت به عقب و حمل‌ونقل‌های مجرد به حداقل ممکن برسد. برای نمونه اگر قرار است محصولی در جریان ساخت از قسمت‌های A، B و C بگذرد، برای حداقل کردن حمل‌ونقل، ترجیحاً باید این سه قسمت پشت سر هم قرار داشته باشند.

۳- بالا بردن سرعت گردش مواد در جریان ساخت:

زمانی که مواد در حداقل زمان ممکن از فرآیند تولید بگذرند، کارایی عملیات به حداکثر می‌رسد. طبیعتاً هر دقیقه‌ای که قطعه‌ای در وسیله‌ای بیشتر بماند، به همان نسبت به هزینه‌های آن اضافه خواهد شد.

۴- پایین آوردن حجم سرمایه‌گذاری:

ترتیب مناسب دستگاه‌ها و ایستگاه‌های کاری می‌تواند باعث صرفه‌جویی در سرمایه‌گذاری شود. به عنوان نمونه، اگر دو قطعه مختلف به عملیات واحدی احتیاج داشته باشند، ممکن است بتوان با استقرار صحیح ماشین‌آلات، بخشی از ظرفیت آنها را صرف تولید محصول اول و باقی را صرف محصول دوم نمود و بدین ترتیب احتمالاً تعداد دستگاه‌های مورد نیاز را کاهش داد.

۵- استفاده بهتر و مناسب از نیروی کار:

طرح‌ریزی درست و مناسب موجب استفاده مناسب از نیروی کار و عدم اتلاف انرژی آنها می‌شود؛ به عنوان مثال، حداقل کردن حمل‌ونقل دستی، قرار دادن مواد در محل مناسب و قابل دسترس، کم کردن رفت‌وآمدهای بی‌هوده و هماهنگی عملیات انسان و ماشین از اقداماتی است که می‌توان در جهت بهبود کارایی نیروی انسانی انجام داد.

۶- استفاده اقتصادی از حجم ساختمان‌ها:

هر مترمکعب از فضای کارخانه مستلزم هزینه‌های سالیانه است، لذا ضروری است که از همه‌ی فضاها به صورت اقتصادی استفاده شود؛ به عنوان مثال، فاصله‌ی دستگاه‌ها باید مناسب باشد. شایان ذکر است همان‌گونه که هدر رفتن و بلااستفاده ماندن فضاها زیان‌آور است، ازدحام و شلوغی نیز به صلاح نیست. بنابراین، باید مقدار فضای مناسب مورد نیاز ماشین‌آلات و تجهیزات، مواد و افراد را تعیین نمود. در تخصیص فضاها باید متوجه بود که فضای قابل استفاده فقط به سطح کارخانه محدود نمی‌شود، بلکه با قرار دادن مواد بر روی یکدیگر، استفاده از بالکن و نیم‌طبقه، به کار گرفتن وسایل انتقال از بالای مواد و نظایر آنها، فضاها را افزایش داد.

۷- آسایش، رفاه و ایمنی کارکنان:

به عنوان مثال، منظم نبودن ایستگاه‌های کاری و راهروها غالباً حادثه‌آفرین است. میزان روشنایی و تجهیزات تهویه باید کافی و مناسب باشد. جلوگیری از رطوبت و غبار، جلوگیری از بهم‌ریختگی سطح کارخانه، دسترسی به موقع به وسایل آتش‌نشانی و کمک‌های اولیه و راه‌های خروج اضطراری، همه از عواملی هستند که می‌توان در جهت آسایش، رفاه و ایمنی کارکنان در نظر گرفت. در رابطه با تمیزی و منظم بودن محیط کار، استفاده از سیستم 5S امروزه به شدت توصیه می‌شود:

۱- *Seiri* : جداسازی اشیاء؛ ابزارهایی که معمولاً به آنها نیاز دارند از اشیاء و ابزارهایی که کمتر بدان نیاز دارند، جدا می‌شود.

۲- *seiron* : ایجاد شرایطی که کارگران بتوانند به ابزارها، تجهیزات و آنچه که برای انجام کارشان نیاز دارند، به سادگی دسترسی داشته باشند.

۳- *seiso* : ایجاد محیط کاری تمیز بدون گرد و خاک، مواد کثیف و ...

۴- *seiketsu* : نگهداری و بهبود ماشین‌آلات تمیز

۵- *shitsulce* : فرهنگ‌سازی رعایت اصول 5S و تبدیل آنها به عادت، به صورتی که افراد احساس نیاز به

پیاده‌سازی این سیستم کرده و جهت تداوم آن تلاش کنند.

متداول‌ترین مسائلی که در طراحی مجدد مورد بحث قرار می‌گیرد، عبارتند از:

۱- تغییر طرح محصول: منجر به تغییر در فرآیندها، ماشین‌آلات و نحوه‌ی استقرار آنها می‌شود.

۲- بزرگ کردن دپارتمان‌ها: ممکن است در اثر افزایش تولید یکی از محصولات باشد.

۳- کوچک کردن دپارتمان‌ها: ممکن است در اثر تغییر در تکنولوژی تولید محصول باشد.

۴- اضافه کردن محصول جدید: محصول جدید ممکن است نیاز به خط تولید جدید داشته باشد.

۵- تغییر محل دپارتمان: ممکن است در اثر دوری یا نزدیکی به دپارتمان خاص، لازم باشد این تغییر

انجام شود.

۶- جایگزینی دستگاه‌های قدیمی

۷- تغییر در روش تولید

شایان ذکر است تصمیم‌گیری در هر یک از موارد فوق، علاوه بر بررسی شرایط داخل کارخانه و بالاخص دپارتمان مورد نظر که ذکر خواهد گردید، مستلزم بررسی مواردی چون پیش‌بینی فروش، میزان تولید مورد نظر، سیاست نگهداری موجودی‌ها، شرایط این چنینی می‌باشد که اطلاعات دقیق باید جمع‌آوری شود.

حالت‌هایی که مطالعه و تغییر طرح موجود را ایجاب می‌کند (علائم یک طرح نامناسب):

- ۱- نامنظم بودن دپارتمان
- ۲- بالا بودن مدتی که موارد در جریان تولید مانند (وجود انبارهای زیاد، خرابی دستگاه‌ها و ...)
- ۳- بیکار ماندن افراد و دستگاه‌ها
- ۴- اتلاف فضا
- ۵- افزایش انبار موقت
- ۶- وجود برگشت‌های مجرد
- ۷- وجود گلوگاه در جریان تولید
- ۸- حمل‌ونقل بیش از حد توسط افراد
- ۹- شلوغی و ازدحام

فرایند طراحی مجدد شامل ۶ مرحله‌ی زیر می‌باشد:

- ۱- تعریف مساله (محصولاتی را که تولید می‌شوند، تعریف می‌کنیم)
- ۲- تجزیه و تحلیل مساله (فرآیندهای تولید و فعالیت‌های مورد نیاز جهت تولید محصولات را مشخص می‌کنیم، روابط بین همه‌ی فعالیت را تعیین می‌کنیم و احتیاجات فضا را جهت تمام فعالیت‌ها تعیین می‌نماییم.)
- ۳- ایجاد طرح‌های مختلف
- ۴- ارزیابی طرح برتر
- ۵- انتخاب طرح برتر
- ۶- پیاده‌سازی طرح

۱- تعریف هدف واحد: جهت اصلاح یک واحد موجود و مورد بررسی، لازم است که محصول(ها) به صورت کمی تعریف شوند و بدین منظور، حجم یا سطوح را در حد امکان تعریف می‌کنیم.

۲- فعالیت‌های مقدماتی و پشتیبانی لازم برای رسیدن به اهداف را مشخص می‌کنیم. فعالیت‌های مقدماتی و پشتیبانی که باید انجام شوند و نیازهایی را که باید برآورده شوند، به صورت عملیات، تجهیزات، کارکنان و جریان مواد بیان می‌کنیم.

۳- تعیین رابطه بین همه‌ی فعالیت‌ها: اگر فعالیت‌ها بر روی هم اثر می‌گذارند و یا یکدیگر را پشتیبانی می‌کنند، با تعیین روابط کیفی و کمی مشخص می‌کنیم که این اعمال چگونه در محدوده‌ی واحد انجام می‌گیرند.

۴- تعیین فضاها: مورد نیاز همه‌ی فعالیت‌ها: در هنگام محاسبه، احتیاجات فضا برای هر فعالیت بررسی می‌شود تا فضای مورد نیاز همه‌ی تجهیزات، مواد و کارکنان را به دست آوریم.

۵- ایجاد چندین برنامه مختلف تسهیلات: برنامه‌های مختلفی برای تسهیلات، که در هر برنامه مکان و طراحی تسهیلات مشخص می‌شوند، تهیه می‌کنیم.

۶- ارزیابی برنامه‌های مختلف تسهیلات: بر اساس ضوابط پذیرفته شده، رتبه‌ی برنامه‌ها مشخص می‌شود. در هر مورد، با بررسی و ارزیابی عوامل موثر، تعیین می‌کنیم که این عوامل چگونه بر واحد یا عملیات آن اثر می‌گذارند.

۷- یک برنامه‌ی تسهیلات را انتخاب می‌کنیم: در این قسمت، برنامه‌ای تعیین می‌شود که از نظر ارضای اهداف و آرمان‌های سازمان، قابل قبول‌ترین باشد.

۸- پیاده‌سازی برنامه تسهیلات: انتخاب برنامه‌ی مناسب به عهده‌ی تیم پروژه می‌باشد، اما نظارت بر اجرای چیدمان مورد نظر، آماده‌سازی برای راه‌اندازی، راه‌اندازی تولید و عیب‌یابی به عهده شرکت می‌باشد. تصمیمات در مورد طراحی محصول، فرآیند و زمان‌بندی، می‌توانند تاثیر مهمی هم روی هزینه‌های سرمایه‌گذاری یک واحد و هم عملکرد فعالیت‌های تخصیص داده شده به یک واحد داشته باشند. تصمیمات گرفته شده مرتبط با طراحی محصول، برنامه‌ریزی فرآیند، زمان‌بندی تولید و برنامه‌ریزی تسهیلات باید با هم تعیین گردند تا یک سیستم تولیدی یکپارچه بوجود آید که بتواند به اهداف تجاری شرکت دست یابد:

۱- طراحی محصول:

طراحی یک محصول به وسیله ملاحظات زیبایی، مواد و ملاحظات تولیدی تحت تاثیر قرار می‌گیرد. بازاریابی، خرید، مهندسی صنایع، مهندسی ساخت، مهندسی محصول، کنترل کیفیت و عوامل دیگر، روی طرح محصول اثر می‌گذارند که در تجزیه و تحلیل نهایی، باید نیازهای مشتری را تامین کند. اساساً این قسمت در موضوعات این پروژه قرار نمی‌گیرد.

۲- باز طراحی فرایند:

طرح یا برنامه باید تعیین کند که چه مقدار محصول را می‌توان تولید کرد. در این بخش، به عنوان مثال تعیین می‌کنیم که چه کسی فرایند را انجام دهد یا آیا قسمتی از یک محصول خاص باید توسط تامین‌کننده سپرده شود یا در کارخانه تولید شود؟

در این قسمت علاوه بر تصمیم‌گیری در مورد تولید یا خرید قطعه، تعیین می‌کنیم که چگونه قطعه‌ای تولید می‌شود، چه تجهیزاتی استفاده می‌گردد و چقدر طول می‌کشد.

جهت برنامه‌ریزی تسهیلات، ورودی شامل فهرست اقلام قابل ساخت یا خرید است. اغلب، این فهرست به شکل لیست قطعات یا فهرست مواد است. لیست قطعات، فهرستی از اجزای سازنده یک محصول است. یک لیست قطعات علاوه بر تصمیمات ساخت یا خرید، حداقل شامل موارد ذیل است:





۱- شماره قطعه‌ها

۲- نام قطعه

۳- تعداد قطعه به کار رفته

۴- مراجع نقشه‌ها

به عنوان مثال، فرایند تصمیم‌گیری در مورد ساخت یا خرید یک قطعه را به صورت زیر می‌توانیم در نظر بگیریم:

پرسش‌های اولیه	تصمیم	پرسش‌های ثانویه
 <p>خیر</p> <p>بله</p>	ساخت	<p>۱- آیا قطعه موجود است؟</p> <p>۲- آیا واحد مورد نظر به ما اجازه‌ی خرید قطعه را می‌دهد؟</p> <p>۳- آیا کیفیت رضایت‌بخش است؟</p> <p>۴- آیا منابع موجود قابل اطمینان است؟</p>
 <p>خیر</p> <p>بله</p>	خرید	<p>۱- آیا ساختن قطعه با اهداف شرکت در یک راستاست؟</p> <p>۲- آیا تجربیات فنی داریم؟</p> <p>۳- آیا ظرفیت نیروی انسانی و تولید داریم؟</p> <p>۴- آیا تولید این قطعه به فراهم آوردن و بهبود نیروی انسانی و ظرفیت‌های تولید نیاز دارد؟</p>
 <p>خیر</p> <p>بله</p>	خرید	<p>۱- روش‌های دیگر تولید قطعه چیست؟</p> <p>۲- در آینده چه میزان از این قطعه تقاضا خواهد شد؟</p> <p>۳- هزینه‌های ثابت، متغیر و سرمایه‌گذاری برای روش‌های دیگر تولید و خرید قطعه چیست؟</p> <p>۴- مسئولیت‌هایی که تولید یا خرید به وجود می‌آورد، چیست؟</p>
 <p>خیر</p> <p>بله</p>	خرید	<p>۱- فرصت‌های دیگری که در آنها می‌توان سرمایه را استفاده کرد، چیست؟</p> <p>۲- اگر این قطعه را تولید کنیم، در آینده باید چه سرمایه‌گذاری‌هایی انجام دهیم؟</p> <p>۳- هزینه‌های دریافت پول از خارج سازمان چقدر است؟</p>
	ساخت	

پس از مشخص شدن قطعاتی از محصول که می‌بایست خریداری یا تولید شوند، تحلیل عملیات لازم صورت می‌گیرد که مفاهیم زیر را مورد توجه قرار می‌دهیم:

مفهوم فرایند واحد: فرایندهای واحد ساده‌ترین عملیات هستند و در واقع خشت‌های بنای فرایند را تشکیل می‌دهند. فرآیند واحد، نوعی تبدیل است که عملیات آن بی‌وقفه انجام می‌گیرد، به زبان دیگر، عملی است که تغییر ساده‌ای بر روی مواد و قطعات ایجاد می‌کند، مانند خشک کردن یا مخلوط کردن مواد شیمیایی.

به کمک تعیین فرایندهای واحد، ایجاد و ترکیب یک فرایند جدید مقدور می‌گردد، همچنین هزینه‌ی هر فرایند را می‌توان با جمع نمودن هزینه‌ی فرایندهای واحد بدست آورد.

برای خودکار کردن فرایند برنامه‌ریزی دستی، می‌توان از برنامه‌ریزی فرایند به کمک کامپیوتر (CAPP) استفاده کرد. دو نوع سیستم CAPP که وجود دارند، عبارتند از: متنوع و سازنده. در یک CAPP متنوع، برنامه‌های فرایند استاندارد برای هر خانواده از قطعات، در کامپیوتر ذخیره شده و در هنگام لزوم، فرا خوانده می‌شود. در یک CAPP سازنده، برنامه‌های محصول و ملاحظات هزینه بستگی دارد که معمولاً برنامه‌ریزی فرایند متنوع برای پیاده‌سازی کم‌هزینه‌تر است.

خروجی‌های اولیه انتخاب فرایند، فرایندها، تجهیزات و مواد خام مورد نیاز برای تولید محصول در کارخانه هستند. معمولاً خروجی‌ها به شکل برگ مسیر تولید نمایش داده می‌شوند. سپس اطلاعات مربوط به چگونگی مونتاژ محصول توسط نمودار مونتاژ نشان داده می‌شود. هر چند برگ مسیر تولید، اطلاعات و روش‌های تولید را در بردارد و نمودار مونتاژ، نحوه‌ی سوارشدن قطعات روی یکدیگر را نشان می‌دهد، ولی هیچ‌کدام درک کلی از جریان درون یک واحد را به دست نمی‌دهند. با ترکیب برگ مسیر تولید و نمودار مونتاژ، نموداری بدست می‌آوریم که مروری بر جریان درون واحد دارد. این نمودار، نمودار فرایند عملیات نام دارد.

نقطه نظر دیگر از تئوری گراف و شبکه این است که نمودارهای فوق را می‌توان به صورت یک شبکه، یا به طور دقیق‌تر نمایش درختی یک فرایند تولید تفسیر کرد. یک حالت شبکه‌ای از نمایش نمودار مونتاژ و نمودار فرایند عملیات، حالت خاصی از مدل‌های گرافیکی است که نمودار تقدم و تاخر نام دارد. نمودار تقدم و تاخر، یک شبکه جهت‌دار است و برای برنامه‌ریزی پروژه به کار می‌رود. نمودارهای مسیر بحرانی (CPM) و PERT، نمونه‌هایی از نمودار تقدم و تاخر هستند.

۳- طراحی زمان بندی:

تصمیمات مربوط به طراحی زمان‌بندی به سوالاتی از این دست جواب می‌دهد که چقدر تولید کنیم. تصمیمات در مورد میزان تولید به عنوان تصمیمات اندازه سفارش خوانده می‌شود. تصمیم در مورد اینکه چه زمانی تولید کنیم نیز به زمان‌بندی تولید مربوط می‌شود. علاوه بر میزان و زمان تولید، لازم است بدانیم تولید تا چه موقع ادامه خواهد داشت. چنین تصمیمی از پیش‌بینی بازار بدست می‌آید. تصمیمات طراحی زمان‌بندی روی انتخاب ماشین‌آلات، تعداد ماشین‌آلات، تعداد شیفت‌ها، تعداد کارکنان، احتیاجات فضا، تجهیزات انبار، تجهیزات انتقال مواد، احتیاجات کارکنان، سیاست‌های انبار، طراحی واحد بار، اندازه ساختمان و از این قبیل اثر می‌گذارد.

- اطلاعات بازاریابی:

اطلاعات پویایی از تقاضای بازار در مورد یک واحد، مطلوب است. در حالت ایده‌آل اطلاعاتی از قبیل حالت بدبینانه و تحمل و خوش‌بینانه از تقاضا برای چند سال بسیار مفید خواهد بود، همچنین سطح اطمینان از میزان قطعیت آن. اگر چنین اطلاعاتی موجود باشد، یک برنامه تسهیلات را می‌توان برای هر حالتی از تقاضا طراحی کرد تا انعطاف کافی در برابر نوسانات داشته باشد. فرض‌هایی از قبیل داده‌های قطعی و تقاضاهای شناخته شده، باید در هنگام ارزیابی برنامه‌های تسهیلات به کار گرفته شود.

اطلاعات با ارزشی که باید از بازاریابی بدست آید و در برنامه‌ریزی تسهیلات استفاده شود:

اطلاعاتی که باید از بازاریابی بدست آید	مباحث برنامه‌ریزی تسهیلات که با وجود اطلاعات تاثیر می‌پذیرد
مصرف‌کنندگان محصول، چه کسانی هستند؟	۱- بسته بندی ۲- تغییراتی که باید در محصول صورت گیرد ۳- تغییراتی که باید در استراتژی بازار صورت گیرد
محل استقرار مصرف‌کنندگان کجاست؟	۱- مکان‌یابی تسهیلات ۲- روش حمل ۳- طراحی سیستم انبارداری
چرا مصرف‌کنندگان محصول را می‌خرند؟	۱- فصلی بودن ۲- تغییرات در فروش ۳- بسته‌بندی
مصرف‌کنندگان در کجا محصول را می‌خرند؟	۱- اندازه‌های واحد بار ۲- فرآوری سفارشات ۳- بسته‌بندی
محصول چه درصدی از سهم بازار را جذب می‌کند و رقبا چه کسانی هستند؟	۱- روند آینده ۲- رشد بالقوه ۳- نیاز به انعطاف‌پذیری
روند تغییرات محصول چیست؟	۱- تخصیص فضا ۲- روش‌های انتقال مواد ۳- نیاز به انعطاف‌پذیری

- احتیاجات فرایند:

مشخص کردن احتیاجات فرایند معمولاً در سه مرحله رخ می‌دهد. در مرحله‌ی اول، تعداد قطعه مورد نیاز که باید تولید شود، با توجه به تخمین بازار تعیین می‌شود و این کار با در نظر گرفتن ضایعات و به کارهای مجاز انجام می‌گیرد. مرحله‌ی دوم، نیازهای تجهیزاتی برای هر عملیات را مشخص میکند و مرحله‌ی سوم، احتیاجات تجهیزاتی را ترکیب کرده و احتیاجات کلیه ماشین‌آلات و تجهیزات را مشخص می‌کند.

- تخمین ضایعات:

تخمین بازار مشخص می‌کند که سالانه چه حجمی از هر محصول باید تولید شود. برای تولید مقدار مورد نیاز محصول، تعداد واحدهای مورد نیاز جهت زمان‌بندی تولید باید برابر تخمین بازار به اضافه تخمین ضایعات باشد. بنابراین، ظرفیت تولید باید برای ضایعات تولید هم منظور شود، در غیر این صورت، وقتی ضایعات به وجود آید، تخمین و تقاضای بازار برآورده نخواهد شد. ضایعات شامل ماده اولیه اضافه است که در فرایند ساخت به دلیل شکل هندسی قطعات یا ملاحظات کیفیتی دور ریخته می‌شود. وقتی ضایعات به وجود می‌آید که در ماشین‌کاری یا عملیات مونتاژ اشتباهی رخ دهد. به صورت ایده‌آل، شرکت باید برای بهبود مستمر تلاش کند و ضایعات را به صفر برساند. در هر حال باید تخمینی از درصد ضایعات برای هر کدام از عملیات در دست باشد. این تخمین را می‌توان از داده‌های گذشته یا عملیات مشابه بدست آورد. معمولاً هر چه فرایند خودکار (اتوماتیک) تر باشد، ضایعات کمتری تولید می‌شود.

اگر p_k درصد ضایعات تولید شده در عملیات k ام، o_k خروجی مورد نظر (نیاز بازار) و k ام و I_k ورودی تولید به عملیات k باشد، واضح است که:

$$O_k = I_k - P_k I_k = I_k (1 - P_k) \rightarrow I_k = \frac{O_k}{1 - p_k}$$

بنابراین تعداد واحد مورد انتظار جهت ورود به فرایند تولیدی که دارای عملیات سری باشد، به صورت زیر است:

$$I_t = \frac{O_n}{(1 - p_1)(1 - p_2) \dots (1 - p_n)}$$

- تعداد تجهیزات:

منظور، تعداد ماشین آلات مورد نیاز برای عملیات است. تعداد ماشین آلات برای انجام یک عمل را می توان با تقسیم کل زمان مورد نیاز برای انجام آن عمل به زمان موجود برای انجام عملیات بدست آورد. کل زمان مورد نیاز برای انجام یک عمل برابر حاصل ضرب زمان استاندارد انجام یک عمل در تعداد دفعاتی است که یک عمل باید انجام شود. مدل قطعی روبرو را برای تخمین تعداد تجهیزات مورد نیاز استفاده می کنیم:

$$F = \frac{SQ}{EHR}$$

F : تعداد ماشین مورد نیاز در هر شیفت

S : زمان استاندارد (برحسب دقیقه) برای هر واحدی که باید تولید شود

Q : تعداد واحدهایی که باید در یک شیفت تولید شود

E : عملکرد واقعی که به صورت درصدی از زمان استاندارد بیان می شود.

H : زمان موجود (بر حسب دقیقه) برای هر ماشین (زمان شیفت)

R : پایایی ماشین که به صورت درصدی از زمان کار ماشین است.

- تعیین تعداد کل ماشین آلات مورد نیاز:

قدم بعدی در تعیین نیازهای فرایند، این است که تعداد ماشین آلات مشابه برای عملیات مختلف با هم ترکیب شود. حتی اگر لازم باشد، فقط یک عمل روی ماشین خاصی انجام شود، چنین کاری ممکن است ساده نباشد. به علاوه باید مسئله ای اضافه کاری و سپردن کار به شرکت های دیگر نیز بررسی شود. اگر لازم است بیش از یک عمل روی ماشین خاصی انجام شود، چندین گزینه باید بررسی شود.

طراحی تسهیلات:

وقتی که تصمیم در مورد محصول، فرایند و طراحی زمان بندی اتخاذ گردید، اطلاعات سازمان دهی شده، چیدمان، انتقال، انبارش و واحد بار طراحی می گردد و گزینه های مختلف ایجاد و ارزیابی می شوند. در این روش، هفت ابزار مدیریت و برنامه ریزی شامل نمودارهای نزدیکی روابط، گراف جهتدار فعالیت، نمودار درختی، نمودار ماتریسی، نمودار احتمال وقوع، نمودار شبکه فعالیت و ماتریس اولویت دهی هستند، به کار گرفته می شوند.