

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA XÂY DỰNG DÂN DỤNG VÀ CÔNG NGHIỆP
BỘ MÔN THI CÔNG

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC
TỔ CHỨC THI CÔNG
(GIÁO TRÌNH DÀNH CHO CHUYÊN NGÀNH XÂY DỰNG DD & CN)

LƯU HÀNH NỘI BỘ

PHẦN I

LẬP KẾ HOẠCH, TỔ CHỨC & ĐIỀU KHIỂN THI CÔNG XÂY DỰNG

CHƯƠNG I. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ THIẾT KẾ TỔ CHỨC XÂY DỰNG

1.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Ở nước ta, thiết kế tổ chức thi công chưa được chú ý đúng mức. Những công trình có chuẩn bị cũng có tiến độ thi công và một số bản vẽ trình bày một vài biện pháp thi công nhưng rất sơ sài và chỉ có tác dụng tượng trưng, trong quá trình thi công hầu như không sử dụng đến. Các quyết định về công nghệ hầu như phó mặc cho cán bộ thi công phụ trách công trình, cán bộ thi công này cùng lúc làm hai nhiệm vụ vừa là người thiết kế công nghệ, vừa là người tổ chức sản xuất. Đối với những công trình quy mô lớn và phức tạp thì ngay cả những cán bộ giàu kinh nghiệm và năng lực cũng không thể làm tròn cả hai nhiệm vụ đó, công việc xây dựng sẽ tiến hành một cách tự phát không có ý đồ toàn cục, do đó dễ xảy ra những lãng phí lớn về sức lao động, về hiệu suất sử dụng thiết bị, kéo dài thời gian thi công, tăng chi phí một cách vô lý.

Việc thiết kế tổ chức thi công mà điều quan trọng là thiết kế phương thức, cách thức tiến hành từng công trình, hạng mục hay tổ hợp công trình..., có một vai trò rất lớn trong việc đưa ra công trình thực từ hồ sơ thiết kế kỹ thuật ban đầu và các điều kiện về các nguồn tài nguyên. Nó là tài liệu chủ yếu chuẩn bị về mặt tổ chức và công nghệ, là công cụ để người chỉ huy điều hành sản xuất, trong đó người thiết kế đưa vào các giải pháp hợp lý hóa sản xuất để tiết kiệm vật liệu, lao động, công suất thiết bị, giảm thời gian xây dựng và hợp lý về mặt giá thành.

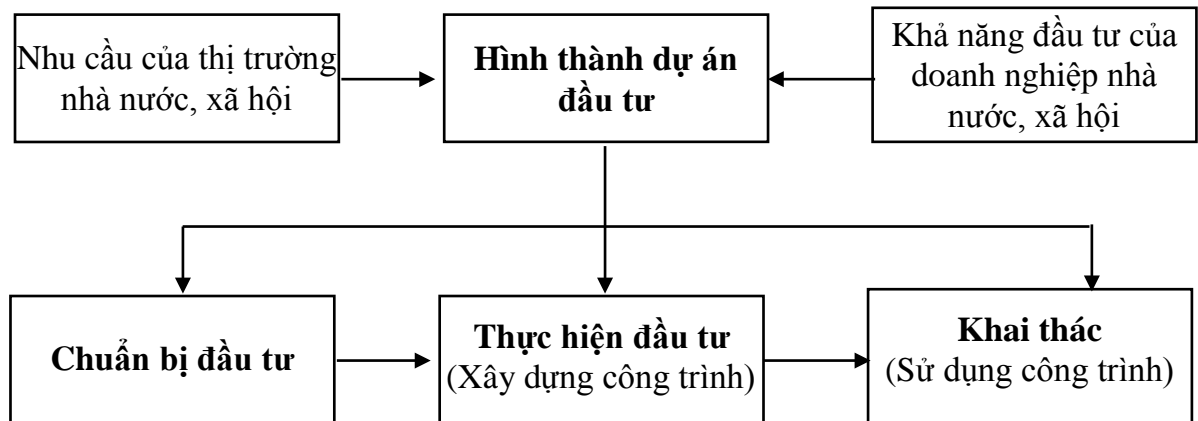
Để đáp ứng các yêu cầu đó, nội dung môn học tổ chức thi công bao gồm các vấn đề sau:

- Những vấn đề lý luận cơ bản về thiết kế và tổ chức thi công xây dựng.
- Các phương pháp lập mô hình kế hoạch tiến độ và tổ chức thi công xây dựng.
- Thiết kế và tổ chức các cơ sở vật chất kỹ thuật công trường.
- Tổ chức và điều khiển tiến độ thi công xây dựng.

Để nắm vững và vận dụng tốt những kiến thức mà môn học tổ chức thi công trang bị vào thực tiễn, người cán bộ chỉ đạo thi công còn cần phải trang bị cho mình các hiểu biết nhất định về kỹ thuật, kinh tế, xã hội có liên quan nhằm giúp cho việc tổ chức và chỉ đạo thi công công trình một cách đúng đắn, sáng tạo và có hiệu quả cao. Một khó khăn đặt ra là công tác quản lý xây dựng của đất nước ta hiện nay đang trong quá trình đổi mới và hoàn thiện nên các quy định, thể lệ, quy chuẩn, quy phạm... hoặc là chưa ổn định, hoặc là chưa có nên khi áp dụng vào thực tế cần theo sát những quy định, tiêu chuẩn... đã và sẽ ban hành.

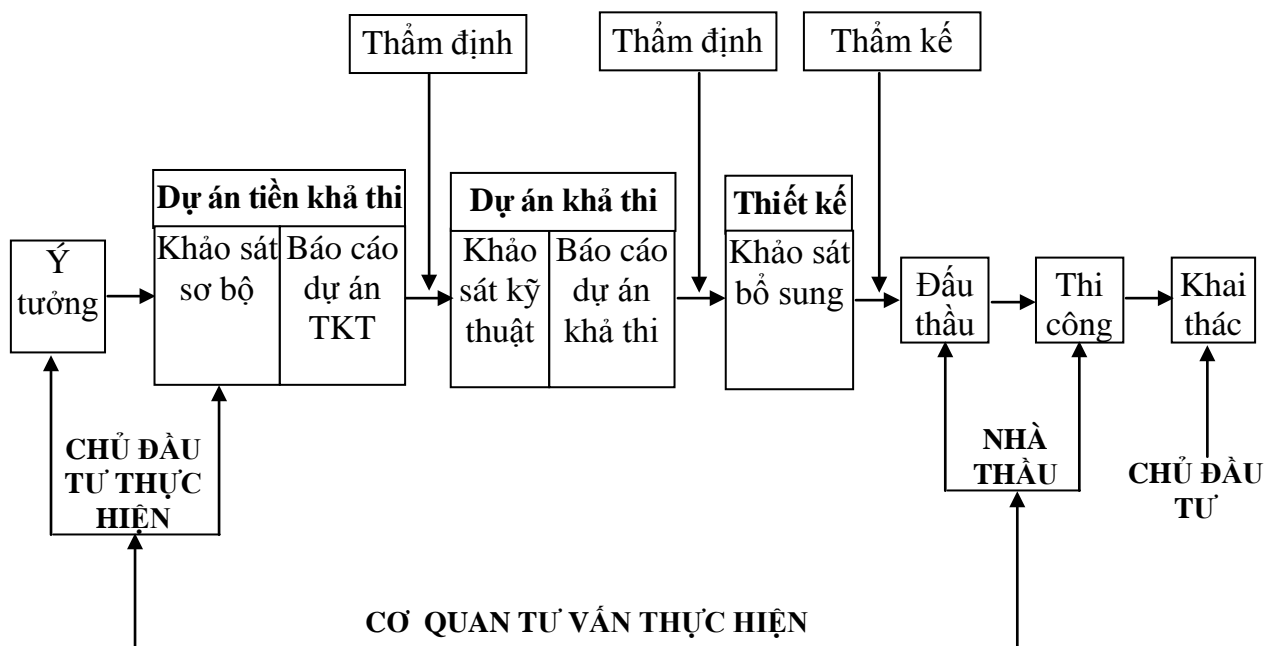
1.2. CÁC BƯỚC THIẾT KẾ, PHÂN LOẠI THIẾT KẾ TRONG XÂY DỰNG CƠ BẢN

Theo quan điểm vĩ mô của người quản lý đầu tư, công trình xây dựng luôn gắn liền với một dự án, nó thường trải qua ba giai đoạn chuẩn bị đầu tư, thực hiện đầu tư và đưa công trình vào hoạt động (hình 1-1).



Hình 1-1. Quá trình hình thành công trình theo quan điểm vĩ mô.

Như vậy muốn hình thành một dự án phải là kết quả của nguyên nhân chủ quan (khả năng đầu tư) và nguyên nhân khách quan (nhu cầu của thị trường). Theo quan điểm vi mô của người quản lý xây dựng, một công trình được hình thành thường qua sáu bước như sau. Trên hình 1-2 trình bày đầy đủ các bước tiến hành thực hiện một dự án xây dựng thuộc nhà nước quản lý. Nhưng nó cũng bao hàm cả với các công trình chủ đầu tư là tư nhân. Tuy nhiên tùy theo quy mô công trình các bước có thể đơn giản hoá hoặc sát nhập lại chỉ giữ những bước cơ bản.



Hình 1-2. Quá trình hình thành công trình theo quan điểm vi mô.

Ý tưởng của dự án là ý kiến đề xuất đầu tiên để dự án hình thành. Ý tưởng thường được chủ đầu tư đề xuất do tác động của các nguyên nhân chủ quan và khách quan, cũng có khi chỉ là sự nhạy cảm nghề nghiệp của chủ đầu tư trong một tình huống cụ thể. Ý tưởng hình thành từ từ, từ lúc sơ khai đến giai đoạn chín muồi sẽ được đưa ra bàn luận nghiêm túc và được cấp có chủ quyền ghi vào chương trình nghị sự. Đây là tiền đề cho các bước tiếp theo.

1.2.1. *Thăm dò và lập dự án tiền khả thi.*

Là bước tiếp theo của ý tưởng được chủ đầu tư thuê cơ quan tư vấn làm, cũng có thể là chủ đầu tư trực tiếp thực hiện. Nội dung của bước này là thăm dò các số liệu ban đầu để chủ đầu tư khẳng định ý tưởng đó có cơ sở không, nếu có triển vọng tiếp tục nghiên cứu tiếp bằng không thì dừng lại. Trong bước này công tác thăm dò là chủ yếu, dựa trên những số liệu sẵn có thu thập được, người ta làm dự án tiền khả thi. Sau đó làm những bài toán chủ yếu là phân tích kinh tế sơ bộ để kết luận.

Lập dự án tiền khả thi cần làm những việc sau:

- Tìm hiểu nhu cầu của xã hội trong khu vực dự án hoạt động.
- Tìm hiểu chủ trương đường lối phát triển kinh tế của quốc gia trong thời gian khá dài (10 - 50 năm).
- Đánh giá tình hình hiện trạng ngành và chuyên ngành kinh tế của dự án, trong đó chú trọng đến trình độ công nghệ, năng suất hiện có và khả năng phát triển của các cơ sở hiện diện trong thời gian tới (cải tạo, mở rộng, nâng cấp công nghệ, hiện đại hoá công nghệ).
- Trình độ công nghệ sản xuất của khu vực và thế giới.
- Mức sống của xã hội, khả năng tiêu thụ sản phẩm tại địa phương và khu vực xuất khẩu.
- Khả năng của chủ đầu tư, các nguồn vốn có thể huy động, mô hình đầu tư.
- Nguồn cung cấp nguyên vật liệu, công nghệ sản xuất.
- Địa bàn xây dựng công trình sẽ triển khai dự án với số liệu về địa hình, khí hậu, dân cư, môi trường trước và sau khi xây dựng công trình.
- Cơ sở hạ tầng sẵn có và triển vọng trong tương lai.

Trên cơ sở các số liệu đã phân tích tính toán để rút ra kết luận có đầu tư không và quy mô đầu tư là bao nhiêu (nhóm công trình). Trong thời gian lập dự án tiền khả thi có thể thực hiện khảo sát sơ bộ bổ sung để có đủ số liệu viết báo cáo. Dự án tiền khả thi viết dưới dạng báo cáo phải được thẩm định và phê duyệt, theo quy định hiện hành tùy thuộc quy mô và nguồn vốn của dự án.

1.2.2. *Lập dự án khả thi.*

Đây là bước quan trọng trong quá trình hình thành dự án, nó khẳng định tính hiện thực của dự án. Trong bước này gồm có hai phần khảo sát và viết báo cáo kinh tế kỹ thuật. Lập dự án khả thi thường được cơ quan tư vấn thiết kế thực hiện. Trong dự án khả thi phải chứng minh được tính khả thi kỹ thuật và tính hiệu quả kinh tế của công trình (sửa chữa, mở rộng, hiện đại hóa, xây mới).

Công trình càng lớn, càng phức tạp, địa bàn xây dựng càng rộng thì việc khảo sát càng phải toàn diện và đầy đủ. Đối với những khu vực đã có công trình xây dựng thì số liệu có thể tận dụng những kết quả của lần khảo sát trước.

Trong khảo sát chia ra làm hai loại kinh tế và kỹ thuật. **Khảo sát về kinh tế** thường được thực hiện trước, nó cung cấp số liệu làm cơ sở xác định vị trí cùng với nguồn nguyên liệu, mạng lưới kỹ thuật hạ tầng cơ sở (giao thông, năng lượng) nguồn nước, dân cư, phong tục, văn hóa, môi trường thiên nhiên, nhân lực...

Đối tượng của **khảo sát kỹ thuật** là điều kiện thiên nhiên trong khu vực triển khai dự án, mục đích để triển khai dự án có lợi nhất. Kết quả khảo sát kỹ thuật giúp lựa chọn

mặt bằng xây dựng, quy hoạch nhà cửa, công trình, những giải pháp kỹ thuật cần triển khai.

Kết luận cuối cùng của dự án dựa trên sự đánh giá toàn diện kinh tế - kỹ thuật các phương án đặt ra.

Đối với công trình dân dụng và công nghiệp khảo sát bao gồm những vấn đề.

- Làm rõ điều kiện kinh tế khu vực xây dựng với sự quan tâm cho hoạt động của công trình bao gồm: nguyên vật liệu, khả năng cung cấp điện, nước, mạng lưới giao thông, lao động cũng như các tài nguyên khác, những khảo sát giúp việc xác định vị trí xây dựng công trình.

- Khảo sát những công trình đang hoạt động trong khu vực sẽ xây dựng công trình, làm rõ công suất, trình độ công nghệ, khả năng liên kết giữa chúng và với công trình sẽ xây. Đây là cơ sở để xác định quy mô và lợi ích của công trình sẽ xây dựng.

- Khảo sát toàn diện địa hình, địa vật khu vực triển khai dự án để thiết kế và quy hoạch các nhà, công trình cũng như các mạng kỹ thuật, hạ tầng cơ sở. Việc này được thực hiện trên bản đồ địa hình (có sẵn hoặc phải tự đo vẽ).

- Khảo sát địa chất công trình, địa chất thủy văn của mặt bằng xây dựng để xác định tính cơ lý của địa tầng, nước ngầm, mưa gió, hồ ao, sông suối... Số liệu khảo sát phải đủ để xác định được giải pháp kết cấu, móng, hệ thống mạng lưới nước ngầm...

- Khảo sát điều kiện thời tiết (mưa nắng, nhiệt độ, sấm sét...) khu vực xây dựng công trình. Đối với các công trình đặc biệt cần khảo sát thêm những yếu tố của khí quyển (độ ẩm, độ trong sạch của không khí, phóng xạ, ion...).

- Khảo sát điều kiện liên quan đến xây dựng để vận dụng khả năng tại chỗ giảm giá thành công trình, bao gồm nguồn vật liệu xây dựng tại chỗ (máy móc, thiết bị, giao thông, khả năng khai thác các xí nghiệp phụ trợ) nguồn nhân công địa phương; mạng lưới điện, nước sẵn có.

- Khảo sát những yếu tố ảnh hưởng đến giá thành công trình, thời hạn có thể hoàn thành xây dựng từng phần và toàn bộ cũng như kế hoạch đưa công trình vào khai thác.

- Khảo sát quang cảnh kiến trúc, quy hoạch khu vực để công trình có giải pháp thiết kế hòa nhập với cảnh quan kiến trúc sẵn có.

Tất cả các số hiệu có liên quan đến thiết kế, xây dựng và khai thác công trình đều phải thu thập đầy đủ và viết thành báo cáo kinh tế kỹ thuật để khẳng định vị trí xây dựng công trình. Báo cáo phải đưa ra ít nhất là hai phương án để so sánh lựa chọn.

Báo cáo kinh tế kỹ thuật của dự án khả thi được thực hiện bởi cơ quan tư vấn thiết kế dựa trên những báo cáo khảo sát kinh tế - kỹ thuật. Báo cáo phải đưa ra lời giải của bài toán đặt ra ít nhất có hai phương án. Trong đó chứng minh tính hiệu quả kinh tế của lời giải bao gồm những phần chính sau:

1. Công suất của công trình.
2. Giá trị, hiệu quả kinh tế, thời hạn thu hồi vốn đầu tư cơ bản của công trình.
3. Thời gian đạt công suất thiết kế và các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật thiết kế.
4. Mức độ cơ giới hoá, tự động hóa các quá trình sản xuất, trình độ công nghệ so với trong nước và thế giới. Trình độ tiêu chuẩn hoá, thống nhất hóa các chi tiết trong sản phẩm làm ra. Hệ thống quản lý chất lượng áp dụng.
5. Hệ số xây dựng (sử dụng mặt bằng) so với tiêu chuẩn quy định.

6. Sự thay đổi môi trường sinh thái (cây cối, dòng chảy, giá đất đai) do công trình mang lại.

7. Ảnh hưởng đến đời sống xã hội của nhân viên và gia đình công nhân, cán bộ trong quá trình xây dựng và khai thác công trình.

Hồ sơ của báo cáo dự án khả thi bao gồm:

- Thuyết minh trình bày tóm tắt nội dung các phương án đưa ra để lựa chọn, so sánh các phương án đó, tính toán khái quát những quyết định trong phương án, trình bày biện pháp an toàn lao động và tính toán các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật, trong đó giải thích và cách xác định các chỉ tiêu đó.

- Tổng mặt bằng thể hiện đầy đủ mối liên hệ giữa các toà nhà, các công trình xây dựng.

- Các bản vẽ công nghệ, giao thông nội bộ, giải pháp kiến trúc, kết cấu, hệ thống thiết bị và các giải pháp thiết kế khác có liên quan.

- Danh mục các loại máy móc, thiết bị của các hạng mục công trình.

- Ước tính mức đầu tư xây dựng công trình (khái toán).

- Ước tính giá mua sắm thiết bị, máy móc theo giá khảo sát.

- Tổng mức đầu tư của dự án (tổng khái toán)

- Bảng thống kê các loại công tác xây lắp chính.

- Thiết kế tổ chức (hoặc thi công) xây dựng với tổng tiến độ (thể hiện bằng biểu đồ ngang hoặc mạng).

- Các giải pháp kỹ thuật chống ô nhiễm môi trường hay thay đổi cảnh quan...

Dự án khả thi phải được thẩm định và cơ quan chủ đầu tư ở cấp tương đương phê duyệt tùy theo nguồn vốn và công trình thuộc nhóm nào ?

1.3. THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG DÂN DỤNG & CÔNG NGHIỆP

Bao gồm hai phần chính là *thiết kế* và *tính dự toán*. Tùy theo quy mô, độ phức tạp, tính quan trọng của công trình thiết kế có thể thực hiện theo hai giai đoạn (công trình nhóm A và những công trình quan trọng của nhóm B) hay thiết kế một giai đoạn. Mỗi thiết kế biểu hiện một giai đoạn hoàn chỉnh thiết kế với chất lượng và độ chính xác nhất định. Thiết kế giai đoạn sau dựa trên kết quả của giai đoạn trước để hoàn thiện và cụ thể hoá các giải pháp lựa chọn.

Nếu thiết kế một giai đoạn là thiết kế thi công. Khi thiết kế hai giai đoạn thì giai đoạn đầu là thiết kế kỹ thuật còn giai đoạn sau là thiết kế thi công (hình 1-2). Thiết kế do cơ quan tư vấn thực hiện theo hợp đồng ký kết với chủ đầu tư. Thiết kế một hay hai giai đoạn tùy quy mô và tính chất quan trọng do cơ quan có chủ quyền quyết định.

Nhiệm vụ chính của cơ quan thiết kế là không ngừng nâng cao chất lượng của dự án, giảm giá thành công trình, rút ngắn thời gian tăng năng suất công tác thiết kế.

1.3.1. Nguyên tắc thiết kế công trình xây dựng.

Để đạt được mục đích trên khi thiết kế cần thoả mãn những yêu cầu sau:

- *Thiết kế đồng bộ công trình xây dựng*, nghĩa là song song với thiết kế công nghệ cần tiến hành thiết kế kiến trúc, kết cấu xây dựng công trình. Như vậy sẽ bảo đảm sự ăn khớp giữa các phần thiết kế để có thể đặt mua sắm thiết bị máy móc kịp thời, để đảm bảo

tính khả thi khi thiết kế đã phải hình thành các biện pháp xây dựng công trình (thứ tự, phương tiện, thời gian thi công). Vì mục đích đó trong thiết kế phải có thiết kế tổ chức (hoặc thi công) xây dựng đi kèm với thiết kế công nghệ, kiến trúc và kết cấu để đảm bảo tính khả thi của nó.

- *Hiệu quả kinh tế và hoàn thiện kỹ thuật* trong các giải pháp thiết kế phải phù hợp với quy hoạch, tuân thủ các quy định trong quy chuẩn xây dựng của nhà nước Việt Nam (TCVN) hay những tiêu chuẩn đã được quy định trong hợp đồng thiết kế.

- Áp dụng rộng rãi những thiết kế mẫu có chất lượng; những chi tiết kết cấu phổ biến trong công trình. Đây là biện pháp giảm chi phí thiết kế, nâng cao công nghiệp hóa, rút ngắn thời gian xây dựng công trình.

- Sử dụng tối đa vật liệu địa phương giảm tới mức thấp nhất vật liệu nhập...

- Áp dụng công nghệ tiên tiến trong công tác xây lắp làm cơ sở cơ giới hoá đồng bộ, vận dụng hình thức tổ chức và quản lý xây dựng tiên tiến.

- Tiến hành khảo sát bổ sung đối với những giải pháp kỹ thuật mà những khảo sát giai đoạn dự án cung cấp chưa đầy đủ, hoặc phát hiện, phát sinh những số liệu mới.

1.3.2. Thiết kế kỹ thuật (TKKT).

Thiết kế kỹ thuật là giai đoạn đầu trong thiết kế hai giai đoạn. Thiết kế kỹ thuật dựa trên cơ sở khảo sát và báo cáo dự án khả thi cộng với khảo sát trong giai đoạn thiết kế (nếu có).

Thiết kế kỹ thuật giải quyết tất cả các vấn đề kỹ thuật bảo đảm cho công trình có tính khả thi, phương pháp tính toán đúng có tính tiên tiến, số liệu đưa ra chính xác nhưng còn ở giai đoạn mở (để bổ sung) chưa đủ chi tiết để tiến hành thi công, đặc biệt là các chi tiết do thi công đặt ra. Thiết kế kỹ thuật được triển khai ở tất cả các phần của thiết kế (công nghệ, kiến trúc, kết cấu, vật liệu...) sẵn sàng để triển khai thiết kế thi công. Hồ sơ thiết kế kỹ thuật bao gồm:

- Thuyết minh trình bày cách tính toán, khái quát ~~những~~ giải pháp thiết kế của toàn bộ công trình.

- Các bản vẽ công nghệ, dây chuyền sản xuất, giải pháp kiến trúc (mặt bằng, cắt, đứng) giải pháp kết cấu, giải pháp trang thiết bị... mà công nghệ thi công sẽ áp dụng.

- Dự toán sơ bộ giá thành công trình.

- Thiết kế kỹ thuật phải được thẩm định và phê duyệt ở cấp có thẩm quyền thuộc nhà nước hoặc chủ đầu tư.

1.3.3. Thiết kế thi công (TKTC)

Thiết kế thi công là thiết kế công trình theo một giai đoạn hay giai đoạn hai của thiết kế công trình hai giai đoạn gồm thiết kế và dự toán.

Thiết kế thi công có nhiệm vụ trực tiếp phục vụ thi công công trình. Thiết kế thi công dựa trên báo cáo dự án khả thi (thiết kế một giai đoạn) hoặc thiết kế kỹ thuật (thiết kế hai giai đoạn). Những sai lệch với dự án khả thi hay thiết kế kỹ thuật chỉ được phép khi nâng cao chất lượng thiết kế và được chủ đầu tư và người thiết kế trước đồng ý.

Khi thiết kế một giai đoạn TKTC phải giải quyết toàn bộ và dứt điểm những giải pháp thiết kế, cung cấp đủ số liệu cần thiết như lao động, tài nguyên, vật tư, kỹ thuật, giá thành xây dựng (dự toán) cùng với đầy đủ các bản vẽ thi công các công tác xây lắp cho người xây dựng.

Trong thiết kế hai giai đoạn TKTC phải cụ thể hoá, chi tiết hoá các giải pháp công nghệ, kiến trúc, kết cấu, thi công đã được khẳng định trong thiết kế kỹ thuật.

Dự toán trong TKTC phải được thuyết trình cách tính khối lượng công việc, đơn giá áp dụng, chỉ dẫn hoặc thông tư của cơ quan nhà nước về hạch toán công trình. Bản vẽ thiết kế thi công phải cung cấp đầy đủ chính xác, rõ ràng các chi tiết cần thiết của công trình thiết kế để tiến hành các công tác xây lắp. Thiết kế phải trình bày từ tổng thể đến chi tiết, phân tích chỉ dẫn (gồm mặt bằng, cắt, chi tiết phóng to, triển khai bộ phận). Bản vẽ phải chỉ được vị trí, mối quan hệ giữa các công trình với mạng lưới kỹ thuật, giao thông. Bản vẽ chi tiết cung cấp hình dáng, kích thước từng bộ phận, sự liên kết giữa chúng. Bản vẽ thi công phải bảo đảm người thực hiện làm đúng ý đồ thiết kế một cách chính xác đơn giản nhất, tiết kiệm nhất.

Dự toán thiết kế được tính toán dựa trên khẳng định của dự án khả thi và đã triển khai đầy đủ thiết kế thi công (kể cả những biện pháp thi công đặc biệt chưa có trong định mức đơn giá đến thời điểm tính toán).

Thiết kế thi công và dự toán kèm theo phải được cấp quản lý có thẩm quyền phê duyệt nó làm tài liệu phục vụ thi công vừa là cơ sở để quyết toán công trình.

1.4. THIẾT KẾ TỔ CHỨC XÂY DỰNG

1.4.1. Nhiệm vụ và nguyên tắc thiết kế tổ chức, thi công xây dựng.

Trong thiết kế công trình xây dựng luôn luôn phải bao gồm thiết kế tổ chức hoặc thi công xây dựng. Nó là bộ phận không thể tách rời khỏi thiết kế kỹ thuật và thiết kế thi công.

Nhiệm vụ của thiết kế tổ chức và thi công là tìm kiếm biện pháp tổ chức hợp lý để xây dựng công trình trong thời hạn ngắn nhất có thể, với giá thành nhỏ nhất, chất lượng tốt nhất theo yêu cầu thiết kế.

Trong thiết kế tổ chức và thi công xây dựng phải trình bày phương pháp, phương tiện, thời hạn thực hiện từng loại công tác xây lắp cũng như toàn bộ công trình. Đó là cơ sở để lập kế hoạch đầu tư vốn, cung ứng vật tư kỹ thuật, cơ sở sản xuất phụ trợ... Nó là cơ sở để lập kế hoạch thực hiện kiểm tra, báo cáo sản xuất.

Để thiết kế tổ chức và thi công xây dựng đạt được nhiệm vụ đề ra (nhANH, chất lượng, giá hạ) khi thiết kế phải tuân thủ theo các nguyên tắc sau:

- Việc thực hiện các công tác xây lắp bắt buộc phải tuân thủ theo quy trình quy phạm đã được phê duyệt để làm chính xác, kết hợp nhịp nhàng, ăn khớp giữa các quá trình sản xuất và giữa các đơn vị tham gia xây dựng.

- Đưa phương pháp sản xuất dây chuyền và tổ chức thực hiện càng nhiều càng tốt. Đây là phương pháp tiên tiến nó sẽ nâng cao năng suất lao động, chất lượng công việc; sản xuất điều hòa, liên tục, giảm nhẹ công tác chỉ đạo và kiểm tra chất lượng, dễ dàng áp dụng các phương pháp quản lý hệ thống.

- Đưa hệ thống quản lý chất lượng tiên tiến vào trong sản xuất, thay KCS bằng ISO-9000 để nâng cao tính cạnh tranh trong cơ chế thị trường.

- Bảo đảm sản xuất quanh năm, như vậy sẽ khai thác hết năng lực thiết bị, bảo đảm công ăn việc làm cho cán bộ công nhân, tạo sự phát triển ổn định cho đơn vị xây lắp trong thời gian dài.
- Sử dụng cơ giới hóa đồng bộ và tự động hoá trong các quá trình xây lắp. Chọn những máy móc, cơ giới có công suất mạnh và giá thành hạ, sử dụng hết công suất và hệ số thời gian cao.
- Sử dụng các kết cấu lắp ghép và cấu kiện sản xuất tại nhà máy để rút ngắn thời gian thi công, giảm phụ phí (cốp pha, hao hụt vật liệu..).
- Giảm khối lượng xây dựng lán trại, nhà tạm. Tăng cường sử dụng những loại nhà tháo lắp, di động, sử dụng nhiều lần vào mục đích tạm trên công trường để giảm giá thành công trình.
- Thực hiện pháp lệnh phòng hộ lao động, kỹ thuật an toàn lao động cũng như pháp lệnh phòng chống cháy nổ tại công trường.
- Áp dụng các định mức tiên tiến trong lập kế hoạch, tổ chức, chỉ đạo xây dựng với việc sử dụng sơ đồ mạng và máy tính.
- Thực hiện chế độ khoán sản phẩm trong quản lý lao động tiền lương cho cán bộ công nhân đi đôi với áp dụng hệ thống quản lý chất lượng để tăng tính chủ động, trách nhiệm của các cá nhân cũng như tập thể với công việc.
- Bảo đảm thời hạn xây dựng công trình theo pháp lệnh (hợp đồng ký kết).

1.4.2. Thiết kế tổ chức xây dựng (TKTCXD).

Thiết kế tổ chức xây dựng được tiến hành cùng với thiết kế kỹ thuật hoặc thiết kế thi công trong thiết kế một giai đoạn. Thiết kế tổ chức xây dựng được cơ quan tư vấn thiết kế thực hiện trên cơ sở báo cáo dự án khả thi và kết quả khảo sát kỹ thuật và khảo sát bổ sung trong khi thiết kế.

Những nhiệm vụ cần giải quyết trong TKTCXD:

- Xác định thời hạn xây dựng công trình cũng như các giai đoạn chính, thời điểm tiếp nhận thiết bị.
- Những giải pháp cơ bản về tổ chức xây dựng toàn công trường cũng như từng nhà một.
- Xác định khối lượng đầu tư tiền vốn cho từng năm, quý.
- Thành phần, khối lượng, thứ tự, thời hạn thực hiện các công việc trong giai đoạn chuẩn bị khởi công công trường.
- Nhu cầu về tài nguyên vật chất kỹ thuật chính, nguồn cung cấp và tách thức tiếp nhận trong từng giai đoạn cụ thể.
- Nhu cầu sinh hoạt của công nhân, cán bộ kỹ thuật, nhu cầu nhà cửa, sinh hoạt của công trường và giải pháp áp dụng.
- Xây dựng cơ sở sản xuất phụ trợ phục vụ công trường xây dựng.

- Triển khai phiếu công nghệ cho những công việc thực hiện công nghệ mới.
- Thiết lập điều kiện an toàn lao động và vệ sinh môi trường cho toàn công trường và cho từng công việc đặc biệt.

Hồ sơ của TKTCXD bao gồm những tài liệu sau:

- Bảng tổng hợp các công việc xây lắp chính và đặc biệt trong giai đoạn xây dựng chính cũng như trong giai đoạn chuẩn bị.
- Tổng tiến độ (dưới dạng khái quát) thực hiện các công việc chính trong giai đoạn chuẩn bị và giai đoạn xây dựng. Trong đó thể hiện rõ thứ tự triển khai công việc các giai đoạn hoàn thành và toàn bộ. Trong tiến độ có kèm theo biểu đồ huy động nhân lực, thời gian sử dụng máy móc.
- Kế hoạch tổng thể về cung cấp vốn theo năm, quý phù hợp với từng tiến độ.
- Tổng mặt bằng xây dựng với tỷ lệ thích hợp thể hiện những công trình đã và sẽ xây dựng cũng như kho tàng lán trại.
- Bản đồ khu vực với tỷ lệ thích hợp thể hiện công trường xây dựng cùng với mạng lưới xí nghiệp phụ trợ, cơ sở vật chất kỹ thuật, làng công nhân, hệ thống giao thông đường xá và những công trình khác có liên quan đến công trường.
- Danh mục tổng thể những vật liệu, bán sản phẩm, kết cấu chính, máy xây dựng, phương tiện vận tải theo các giai đoạn xây dựng của năm, quý.
- Thiết kế và dự toán nhà ở lán trại tạm không nằm trong giá thành xây dựng. Những công trình lán trại, phục vụ thi công này do cấp quyết định đầu tư xem xét và phê duyệt.
- Bản thuyết minh trình bày đặc điểm công trình, điều kiện thi công, quy trình công nghệ, phương pháp tổ chức xây dựng, nhu cầu và giải pháp về nhân tài vật lực, máy móc, kho bãi, đường xá, lán trại cũng như các chỉ số về kinh tế kỹ thuật của biện pháp thi công.
- Tính giá dự toán công trình dựa trên những đơn giá, định mức và biện pháp thi công được phê duyệt. Tính dự toán phải có bảng kê công việc, cách xác định khối lượng công việc của chúng. Đối với nhiều việc không có đơn giá thì phải có tính toán giá thành bao gồm vật liệu, nhân công, máy móc.

Thiết kế tổ chức xây dựng phải được tiến hành song song với các giai đoạn thiết kế tương ứng của công trình để phù hợp với các giải pháp mặt bằng, kết cấu, công nghệ của công trình.

Đối với những công trình đơn vị nhỏ gọn hoặc công trình thi công theo thiết kế mẫu phải có:

- Tổng tiến độ (dạng mạng).
- Tổng mặt bằng.
- Biểu đồ nhân lực và sử dụng máy móc.

- Bảng tính dự toán.
- Thuyết minh.

1.4.3 Thiết kế tổ chức thi công (TKTCTC)

Thiết kế tổ chức thi công được cơ quan xây lắp thực hiện trên cơ sở của TKTCXD, dự toán công trình cộng với những kết quả khảo sát bổ sung khu công trường và năng lực của đơn vị nhận thầu.

Trong TKTCTC sẽ chỉnh lý, chi tiết hoá các quyết định của TKCTXD và giải quyết các vấn đề mới phát hiện. Đặc biệt quan tâm đến những chi tiết triển khai công nghệ xây lắp cũng như việc xây lắp những xí nghiệp phụ trợ phục vụ sản xuất vật liệu, cấu kiện cho công trường. Vị trí, công suất, công nghệ và trang bị của các xí nghiệp phải được giữ nguyên theo TKTCXD. Sự thay đổi chỉ được phép khi bên thiết kế TCXD đồng ý do giảm được giá thành công trình và cải thiện chất lượng công việc.

TKTCTC phục vụ cho công tác tổ chức thực hiện, chỉ đạo và kiểm tra tất cả các giai đoạn thi công, các hạng mục công trình và toàn công trường nên thiết kế phải hết sức cụ thể và chính xác các vấn đề sau: thời hạn xây dựng các hạng mục công trình, của các giai đoạn chính và toàn công trường; thứ tự và biện pháp thực hiện các công việc xây lắp; sự phối hợp, thời hạn thực hiện các biện pháp trong giai đoạn chuẩn bị: biểu đồ cung ứng vật tư, máy móc; nhu cầu về nhân lực năng lượng trong giai đoạn thi công; nhu cầu về nhân lực theo ngành nghề; biện pháp phòng hộ, vệ sinh an toàn lao động; hệ thống kiểm tra, quản lý chất lượng áp dụng.

Hồ sơ của TKTCTC bao gồm:

- Tiến độ (dạng SĐM) xây dựng các công trình đơn vị với khối lượng thi công chính xác.
- Tổng tiến độ (dạng SĐM) khái quát cho toàn công trường và các giai đoạn xây dựng.
- Tổng mặt bằng bố trí chính xác vị trí các xí nghiệp sản xuất, đường xá cố định và tạm, kho, bãi mạng lưới cấp điện, nước thông tin...
- Bản liệt kê khối lượng các công việc trong giai đoạn chuẩn bị và biểu đồ thực hiện.
- Biểu đồ cung ứng vật tư chính.
- Biểu đồ nhu cầu nhân lực theo ngành nghề, máy xây dựng và vận chuyển.
- Phiếu công nghệ cho những công việc thi công phức tạp và mới.
- Hồ sơ máy móc và phiếu chuyển giao công nghệ cho những công việc thi công đặc biệt, quan trọng (nổ mìn, khoan, kê...).
- Bản thuyết minh về các giải pháp công nghệ, bảo hiểm, môi trường an toàn lao động, hình thức tiếp nhận nhân tài, vật lực. Tính toán các chi tiêu kinh tế kỹ thuật (thời hạn xây dựng, trình độ cơ giới hoá, chi phí lao động cho một đơn vị sản phẩm...).

Các bản vẽ thiết kế thi công công trình tạm, lán trại. TKTCTC phải thực hiện xong trước ngày khởi công công trình một thời gian để cán bộ kỹ thuật nghiên cứu nắm bắt được ý đồ. Việc thiết kế TKTCTC phải được kỹ sư và cán bộ kỹ thuật có kinh nghiệm của đơn vị nhận thầu thực hiện dưới sự chỉ đạo của kỹ sư trưởng có sự tham khảo ý kiến của những người thi công.

TKCTCT giải quyết các vấn đề kỹ thuật công nghệ, tổ chức và kinh tế phức tạp. Muốn đạt được tối ưu thì phải tiến hành nhiều phương án làm cơ sở lựa chọn theo những chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật, cụ thể là :

☺ **Về kỹ thuật .**

- Bảo đảm chất lượng cao nhất.
- Tạo điều kiện cho việc thi công dễ dàng, an toàn nhất.

☺ **Về kinh tế.**

- Giảm giá thành thấp nhất.
- Sử dụng có hiệu quả nhất tài nguyên sản xuất của đơn vị xây lắp.
- Đưa công trình vào khai thác đúng kế hoạch.

CHƯƠNG II

CÁC MÔ HÌNH KẾ HOẠCH TIẾN ĐỘ THI CÔNG XÂY DỰNG

2.1 KHÁI NIỆM CHUNG

2.1.1 Khái niệm.

Mô hình kế hoạch tiến độ (KHTĐ) là một biểu kế hoạch trong đó quy định trình tự và thời gian thực hiện các công việc, các quá trình hoặc hạng mục công trình cùng những yêu cầu về các nguồn tài nguyên và thứ tự dùng chúng để thực hiện các nhiệm vụ kế hoạch đề ra.

Như vậy mô hình kế hoạch tiến độ là hình thức và công cụ mô tả sự phát triển của quá trình thi công về thời gian, không gian cùng các nhu cầu vật chất mà các thiết kế tổ chức xây dựng, thi công xây lắp ấn định.

2.1.2 Phân loại.

Tùy theo yêu cầu, nội dung và cách thể hiện có 4 loại mô hình KHTĐ sau:

- Mô hình kế hoạch tiến độ bằng số.
- Mô hình kế hoạch tiến độ ngang.
- Mô hình kế hoạch tiến độ xiên.
- Mô hình kế hoạch tiến độ mạng lưới.

2.1.3 Cấu trúc.

Cấu trúc một mô hình kế hoạch tiến độ gồm 3 phần chính:

- **Phần 1:** Có tên gọi là “*Tập hợp nhiệm vụ theo hiện vật và tài chính*”, tùy theo yêu cầu của từng loại mô hình KHTĐ mà phần này có thể được trình bày tổng quát hay chi tiết hơn nữa.
- **Phần 2:** Có tên gọi là “*Đồ thị của tiến độ nhiệm vụ*”, phần này trình bày các loại mô hình bằng số, ngang, xiên hay mạng lưới để chỉ sự phát triển về thời gian, không gian của các quá trình thi công xây dựng.
- **Phần 3:** Có tên gọi là “*Kế hoạch nhu cầu về vật tư – nhân lực – tài chính*”, phần này được lập tổng hợp hoặc chi tiết các nhu cầu vật tư, thiết bị, nhân lực, tài chính... cần thiết để hoàn thành các nhiệm vụ theo KHTĐ đã vạch ra.

PHẦN 1	PHẦN 2
	PHẦN 3

2.2 MÔ HÌNH KẾ HOẠCH TIẾN ĐỘ BẰNG SỐ

Mô hình KHTĐ bằng số dùng để lập kế hoạch đầu tư và thi công dài hạn trong các dự án, cấu trúc đơn giản, xem ví dụ minh họa như hình 2-1.

- **Phần 1:** Trình bày thứ tự và tên gọi các hạng mục đầu tư cùng giá trị công tác tương ứng (trong đó có tách riêng giá trị cho phần xây lắp và toàn bộ).
- **Phần 2:** Dùng các con số để chỉ sự phân bố vốn tài nguyên dùng để xây dựng các hạng mục theo các năm. Phần này quy ước ghi tử số là tổng giá trị đầu tư của hạng mục, mẫu số là phần giá trị xây dựng.

- **Phần 3:** Tổng hợp nhu cầu vốn đầu tư theo các năm và cho toàn bộ kế hoạch.

Số TT	TÊN HẠNG MỤC CÔNG TRÌNH	GIÁ TRỊ CÔNG TÁC		TIẾN ĐỘ THEO NĂM		
		TỔNG SỐ	PHẦN XD	1	2	3
1	Công tác chuẩn bị	1.500	1.500	1000/1000	300/300	200/200
2	Khởi nhà sản xuất	10.500	9.500	1500/1500	7500/7500	1500/500
3	Nhà quản lý...	450	400	300/300	150/100	-
				NHU CẦU VẬT TƯ		
NĂM				2800/2800	7950/7900	1700/700
TOÀN BỘ				12450/11400		

Hình 2-1. Cấu trúc mô hình kế hoạch tiến độ bằng số.

2.3 MÔ HÌNH KẾ HOẠCH TIẾN ĐỘ NGANG

2.3.1 Đặc điểm cấu tạo.

Còn gọi là mô hình kế hoạch tiến độ Gantt (phương pháp này do nhà khoa học Gantt đề xướng từ năm 1917). Đặc điểm là mô hình sử dụng đồ thị Gantt trong phần đồ thị tiến độ nhiệm vụ đó là những đoạn thẳng nằm ngang có độ dài nhất định chỉ thời điểm bắt đầu, thời gian thực hiện, thời điểm kết thúc việc thi công các công việc theo trình tự công nghệ nhất định. Xem ví dụ minh họa như hình 2-2.

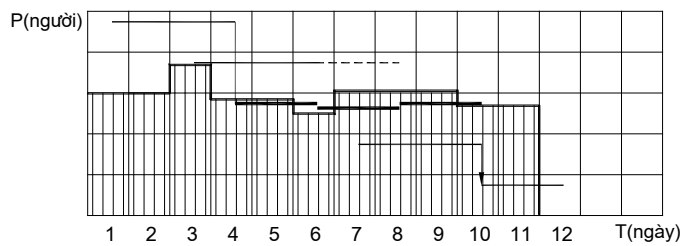
- **Phần 1:** Danh mục các công việc được sắp xếp theo thứ tự công nghệ và tổ chức thi công, kèm theo là khối lượng công việc, nhu cầu nhân lực, máy thi công, thời gian thực hiện, vốn... của từng công việc.
- **Phần 2:** Được chia làm 2 phần
Phần trên là thang thời gian, được đánh số tuần tự (số tự nhiên) khi chưa biết thời điểm khởi công hoặc đánh số theo lịch khi biết thời điểm khởi công.
Phần dưới thang thời gian trình bày đồ thị Gantt: mỗi công việc được thể hiện bằng một đoạn thẳng nằm ngang, có thể là đường liên tục hay “gấp khúc” qua mỗi đoạn công tác để thể hiện tính không gian. Để thể hiện những công việc có liên quan với nhau về mặt tổ chức sử dụng đường nối, để thể hiện sự di chuyển liên tục của một tổ đội sử dụng mũi tên liên hệ. Trên đường thể hiện công việc, có thể đưa nhiều thông số khác nhau: nhân lực, vật liệu, máy, ca công tác..., ngoài ra còn thể hiện tiến trình thi công thực tế...
- **Phần 3:** Tổng hợp các nhu cầu tài nguyên vật tư, nhân lực, tài chính. Trình bày cụ thể về số lượng, quy cách vật tư, thiết bị, các loại thợ... các tiến độ đảm bảo cung ứng cho xây dựng.

2.3.2 Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng.

- **Ưu:** Diễn tả một phương pháp tổ chức sản xuất, một kế hoạch xây dựng tương đối đơn giản, rõ ràng.
- **Nhược:** Không thể hiện rõ mối liên hệ logic phức tạp giữa các công việc mà nó phải thể hiện. Mô hình điều hành tĩnh không thích hợp tính chất động của sản xuất, cấu tạo cứng nhắc khó điều chỉnh khi có sửa đổi. Sự phụ thuộc giữa các công việc chỉ thực hiện một lần duy nhất trước khi thực hiện kế hoạch do đó các giải pháp về công nghệ, tổ chức mất đi giá trị thực tiễn là vai trò điều hành khi kế hoạch được thực hiện. Khó nghiên cứu sâu nhiều phương án, hạn chế về khả năng dự kiến diễn biến của công việc, không áp dụng được các tính toán sơ đồ một cách nhanh chóng khoa học.

Tất cả các nhược điểm trên làm giảm hiệu quả của quá trình điều khiển khi sử dụng sơ đồ ngang, hay nói cách khác mô hình KHTĐ ngang chỉ sử dụng hiệu quả đối với các công việc đơn giản, số lượng đầu việc không nhiều, mối liên hệ qua lại giữa các công việc ít phức tạp.

Stt	Công việc	Đ.vị	k.lượng	T.gian ...	Tháng 1				Tháng 2				Tháng 3			
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	A				A											
2	B						B		(dự trữ)							
3	C				Đường nối logic				C1		C2		C3			
4	D								D							
5	E											E				
..	..															
..	..															



Hình 2-2. Cấu trúc mô hình kế hoạch tiến độ ngang.

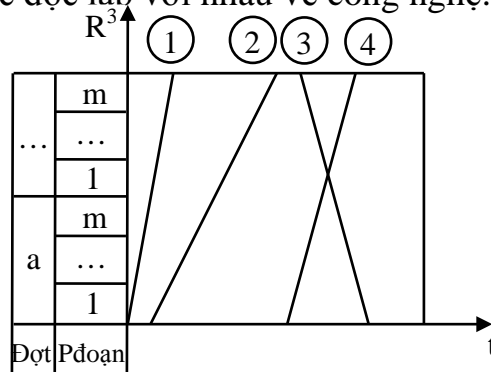
2.4 MÔ HÌNH KẾ HOẠCH TIẾN ĐỘ XIÊN

2.4.1 Đặc điểm cấu tạo.

Về cơ bản mô hình KHTĐ xiên chỉ khác mô hình KHTĐ ngang ở phần 2 (đồ thị tiến độ nhiệm vụ), thay vì biểu diễn các công việc bằng các đoạn thẳng nằm ngang người ta dùng các đường thẳng xiên để chỉ sự phát triển của các quá trình thi công theo cả thời gian (trục hoành) và không gian (trục tung). Mô hình KHTĐ xiên, còn gọi là sơ đồ xiên hay sơ đồ chu trình (Xyklogram). Xem ví dụ minh họa như hình 2-3, sơ đồ xiên sẽ được nghiên cứu ở chương III, phương pháp tổ chức thi công.

Trục không gian mô tả các bộ phận phân nhỏ của đối tượng xây lắp (khu vực, đợt, phân đoạn công tác...), trục hoành là thời gian, mỗi công việc được biểu diễn bằng một đường xiên riêng biệt.

Hình dạng các đường xiên có thể khác nhau, phụ thuộc vào tính chất công việc và sơ đồ tổ chức thi công, sự khác nhau này gây ra bởi phương_chiều_nhip độ của quá trình. Về nguyên tắc các đường xiên này không được phép cắt nhau trừ trường hợp đó là những công việc độc lập với nhau về công nghệ.



Hình 2-3. Cấu trúc mô hình kế hoạch tiến độ xiên.

2.4.2 Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng.

- Ưu: Mô hình KHTĐ xiên thể hiện được diễn biến công việc cả trong không gian và thời gian nên có tính trực quan cao.
- Nhược: Là loại mô hình điều hành tĩnh, nếu số lượng công việc nhiều và tốc độ thi công không đều thì mô hình trở nên rối và mất đi tính trực quan, không thích hợp với những công trình phức tạp.

Mô hình KHTĐ xiên thích hợp với các công trình có nhiều hạng mục giống nhau, mức độ lặp lại của các công việc cao. Đặc biệt thích hợp với các công tác có thể tổ chức thi công dưới dạng dây chuyền.

2.5 MÔ HÌNH KẾ HOẠCH TIỀN ĐỘ MẠNG LƯỚI

2.5.1 Giới thiệu chung.

Những năm gần đây nhiều phương pháp toán học và kỹ thuật tính toán xâm nhập rất nhanh vào lĩnh vực tổ chức quản lý, đặc biệt dưới sự trợ giúp của máy tính. Một trong những phương pháp có hiệu quả nhất là phương pháp sơ đồ mạng, do hai nhà khoa học người Mỹ là Ford và Fulkerson đề xuất dựa trên các cơ sở về toán học như lý thuyết đồ thị, tập hợp, xác suất... Phương pháp sơ đồ mạng dùng để lập kế hoạch và điều khiển tất cả các loại dự án, từ dự án xây dựng một công trình đến dự án sản xuất kinh doanh hay dự án giải quyết bất kỳ một nhiệm vụ phức tạp nào trong khoa học kỹ thuật, kinh tế, quân sự... đều có thể sử dụng sơ đồ mạng.

Mô hình mạng lưới là một đồ thị có hướng biểu diễn trình tự thực hiện tất cả các công việc, mối quan hệ và sự phụ thuộc giữa chúng, nó phản ánh tính quy luật của công nghệ sản xuất và các giải pháp được sử dụng để thực hiện chương trình nhằm với mục tiêu đề ra.

Sơ đồ mạng là phương pháp lập kế hoạch và điều khiển các chương trình mục tiêu để đạt hiệu quả cao nhất. Đây là một trong những phương pháp quản lý hiện đại, được thực hiện theo các bước: xác định mục tiêu, lập chương trình hành động, xác định các biện pháp đảm bảo việc thực hiện chương trình đề ra một cách hiệu quả nhất.

Một dự án bao giờ cũng bao gồm nhiều công việc, người phụ trách có kinh nghiệm có thể biết mỗi công việc đòi hỏi bao nhiêu thời gian, nhưng làm thế nào sử dụng kinh nghiệm đó của mình để giải đáp những vấn đề như:

- Dự án cần bao nhiêu thời gian để hoàn thành ?
- Vào lúc nào có thể bắt đầu hay kết thúc mỗi công việc ?
- Nếu đã quy định thời hạn dự án thì từng công việc chậm nhất là phải bắt đầu và kết thúc khi nào để đảm bảo hoàn thành dự án trước thời hạn đó ?...

Phương pháp sơ đồ mạng sẽ giúp ta giải đáp các câu hỏi đó.

Phương pháp sơ đồ mạng là tên chung của nhiều phương pháp có sử dụng lý thuyết mạng, mà cơ bản là **phương pháp đường găng** (CPM_Critical Path Methods), và **phương pháp kỹ thuật ước lượng và kiểm tra dự án** (PERT_Project Evaluation and Review Technique).

Hai phương pháp này xuất hiện gần như đồng thời vào những năm 1957, 1958 ở Mỹ. Cách lập sơ đồ mạng về căn bản giống nhau, khác một điểm là thời gian trong phương pháp PERT không phải là đại lượng xác định mà là một đại lượng ngẫu nhiên do đó cách tính toán có phức tạp hơn. Phương pháp đường găng dùng khi mục tiêu cơ bản là đảm bảo thời hạn quy định hay thời hạn tối thiểu, còn phương

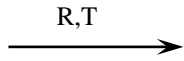
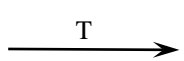

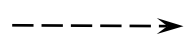
pháp PERT thường dùng khi yếu tố ngẫu nhiên đóng vai trò quan trọng mà ta phải ước đoán thời hạn hoàn thành dự án.

Các phương pháp sơ đồ mạng hiện nay có rất nhiều và còn tiếp tục được nghiên cứu phát triển, ở đây ta sẽ nghiên cứu cách lập và phân tích sơ đồ mạng theo phương pháp đường găng CPM là phương pháp cơ bản nhất.



2.5.2 Lập và tính toán mạng theo phương pháp đường găng CPM.

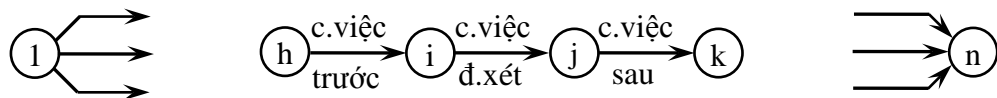
2.5.2.1 Cấu tạo các phần tử của mạng, một vài định nghĩa.

a.) **Công việc (Task):** là một quá trình xảy ra đòi hỏi có những chi phí về thời gian, tài nguyên. Có ba loại công việc:

- Công việc thực (actual task): cần chi phí về thời gian, tài nguyên, được thể hiện bằng mũi tên nét liền. 
- Công việc chờ: chỉ đòi hỏi chi phí về thời gian (đó là thời gian chờ theo yêu cầu của công nghệ sản xuất nhằm đảm bảo chất lượng kỹ thuật: chờ cho bê tông ninh kết và phát triển cường độ để tháo ván khuôn...), thể hiện bằng mũi tên nét liền hoặc xoắn. 

- Công việc ảo (imaginary task): không đòi hỏi chi phí về thời gian, tài nguyên, thực chất là mối liên hệ logic giữa các công việc, sự bắt đầu của công việc này phụ thuộc vào sự kết thúc của công việc kia, được thể hiện bằng mũi tên nét đứt. 

b.) **Sự kiện (Event):** phản ánh một trạng thái nhất định trong quá trình thực hiện các công việc, không đòi hỏi hao phí về thời gian_tài nguyên, là mốc đánh dấu sự bắt đầu hay kết thúc của một hay nhiều công việc. Sự kiện được thể hiện bằng một vòng tròn hay một hình tùy ý và được ký hiệu bằng 1 chữ số hay chữ cái.

- Sự kiện đầu công việc: sự kiện mà từ đó mũi tên công việc “đi ra”. 
- Sự kiện cuối công việc: sự kiện mà từ đó mũi tên công việc “đi vào”. 
- Mỗi công việc giới hạn bởi hai sự kiện đầu_cuối.
- Sự kiện xuất phát: sự kiện đầu tiên không có công việc đi vào, thường ký hiệu bằng số 1.
- Sự kiện hoàn thành: sự kiện cuối cùng không có công việc đi ra, đánh số lớn nhất.



c.) **Đường_L (Path):** đường là một chuỗi các công việc được sắp xếp sao cho sự kiện cuối của công việc trước là sự kiện đầu của công việc sau. Chiều dài của đường tính theo thời gian, bằng tổng thời gian của tất cả các công việc nằm trên đường đó. Đường dài nhất đi từ sự kiện xuất phát đến sự kiện hoàn thành gọi là “đường găng”. Đó là thời gian cần thiết để hoàn thành dự án. Các công việc nằm trên đường găng gọi là công việc găng. Trong một sơ đồ mạng có thể có nhiều đường găng.

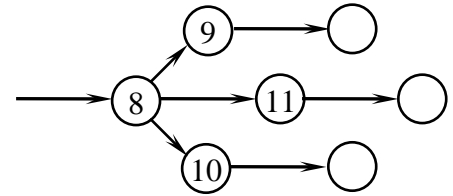
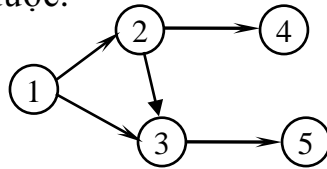
d.) **Tài nguyên_R (Resource):** tài nguyên trong sơ đồ mạng được hiểu theo nghĩa rộng bao gồm cả lao động, vật tư, thiết bị, tiền vốn.

e.) **Thời gian công việc (Duration):** ký hiệu t_{ij} là khoảng thời gian để hoàn thành công việc theo tính toán xác định trước (hoặc ước lượng đối với phương pháp PERT).

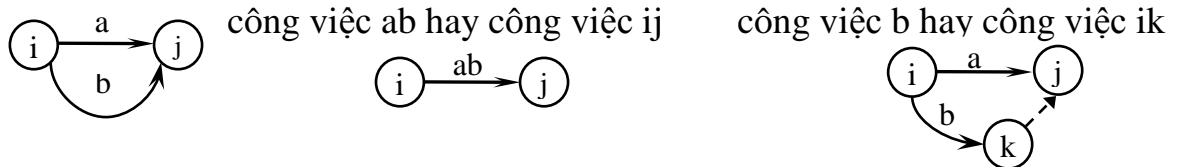
2.5.2.2 Các quy tắc lập sơ đồ mạng.

- Sơ đồ mạng phải là một mô hình thống nhất, chỉ có một sự kiện xuất phát và một sự kiện hoàn thành, không có sự kiện xuất phát và sự kiện hoàn thành trung gian.

- Mỗi tên ký hiệu công việc đi từ trái sang phải và đi từ sự kiện có số nhỏ đến sự kiện có số lớn. $(i < j) \quad \textcircled{i} \xrightarrow{t_{ij}} \textcircled{j}$
 Từ đó suy ra quy tắc đánh số sau sự kiện mang số i , các sự kiện sau chỉ có mũi tên đi ra đánh số $i+1$, các sự kiện sau vừa có mũi tên đi vào vừa có mũi tên đi ra đánh số $i+2$; nếu các sự kiện sau có điều kiện như nhau thì đánh số sự kiện nào trước cũng được.

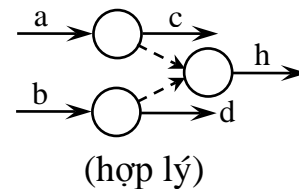
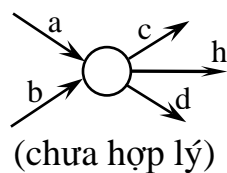


- Những công việc riêng biệt không được có cùng sự kiện đầu và cuối, những công việc có thể hợp thành một công việc chung thì phải thay nó bằng một tên khác, những công việc khác nhau không thể đồng nhất thì ta phải thêm vào các sự kiện phụ và công việc ảo.

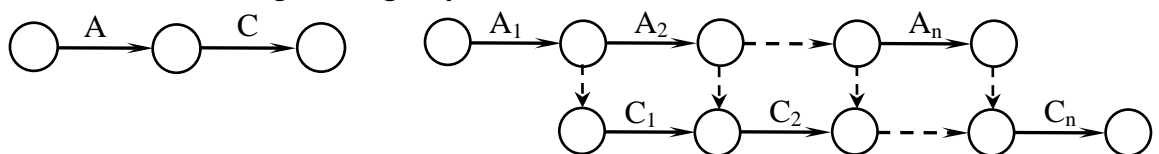


- Những công việc có mối liên quan khác nhau thì phải thể hiện đúng mối liên hệ tương quan đó, không để những phụ thuộc không đúng làm cản trở các công việc khác.

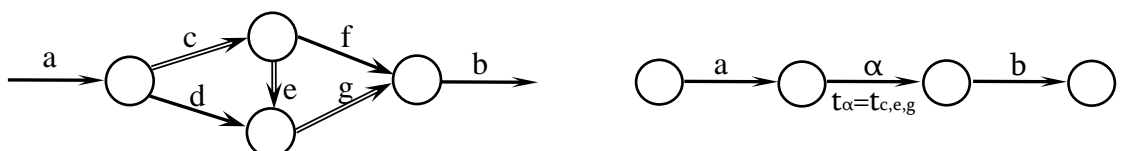
Ví dụ: cho mối liên hệ sau: công việc C bắt đầu sau công việc A, D bắt đầu sau công việc B, H bắt đầu sau công việc (A,B), ta sử dụng các sự kiện phụ và công việc ảo để thể hiện.



- Nếu các công việc C_1, C_2, \dots, C_n không cùng bắt đầu sau khi công việc A hoàn thành toàn bộ, mà bắt đầu sau khi công việc A kết thúc từng phần tương ứng A_1, A_2, \dots, A_n . Trong trường hợp này có thể thể hiện như sau.

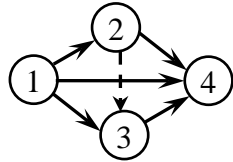


- Nếu có một nhóm công việc độc lập với các công việc còn lại, thì để đơn giản ta thay nhóm công việc đó bằng một công việc mới mà thời gian thực hiện công việc mới bằng đường găng thực hiện nhóm công việc được thay thế.

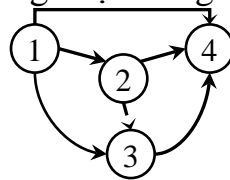


- Sơ đồ mạng cần thể hiện đơn giản nhất, không nên có nhiều công việc giao cắt

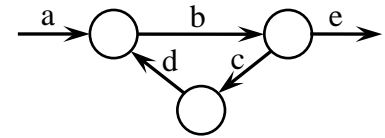
nhau và không được có những đoạn vòng kín (không được có chu kỳ).



(không nên vẽ)



(nên vẽ)



(vẽ sai)

2.5.2.3 Trình tự lập sơ đồ mạng.

Khi lập sơ đồ mạng của dự án ta có thể:

- Đi từ đầu dự án.
- Đi ngược lại.
- Làm từng cụm.
- Liệt kê công việc rồi sắp xếp.

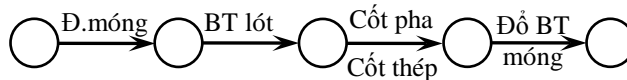
Tùy từng trường hợp cụ thể mà dùng cách này hay cách khác. Cách làm “đi từ đầu” thường dùng khi đã biết rõ mọi công việc của dự án. Trái lại khi gặp một dự án rất phức tạp hoặc hoàn toàn mới lạ thì từ đích cuối cùng “đi ngược lại” tốt hơn. Cách “làm từng cụm” dùng khi cần lập những mạng chi tiết trong một mạng chung. Cách liệt kê công việc dùng cho những dự án đơn giản, công việc rõ ràng. Thường thì không thể lập một sơ đồ chi tiết ngay từ đầu mà phải làm nhiều đợt. Nói chung phương pháp sơ đồ mạng phân biệt hai giai đoạn thiết kế sơ đồ và lập kế hoạch.

a.) Thiết kế sơ đồ: đây là bước quan trọng nhất ảnh hưởng quyết định đến chất lượng mạng, nội dung chính là:

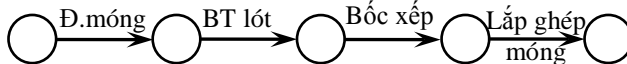
- Thiết lập tất cả các phương án có thể được về mối liên hệ và trình tự thực hiện các công việc theo từng giai đoạn của công nghệ xây dựng rồi chọn phương án tốt nhất.
- Việc thiết kế sơ đồ dựa vào các bảng vẽ thiết kế về công nghệ để lập bảng danh mục công việc, thiết lập mối quan hệ và trình tự thực hiện các công việc theo đúng quy trình công nghệ, ký hiệu công việc và sự kiện cho phù hợp phương pháp tính toán. Đối với mỗi công việc cần tính: khối lượng công việc, định mức chi phí nhân công, ca máy...

Ví dụ: Thiết kế sơ đồ mạng thi công công tác bê tông cốt thép móng một công trình nào đó, với phương án 1_đúc toàn khối đổ tại chỗ, phương án 2_thi công lắp ghép móng đúc sẵn.

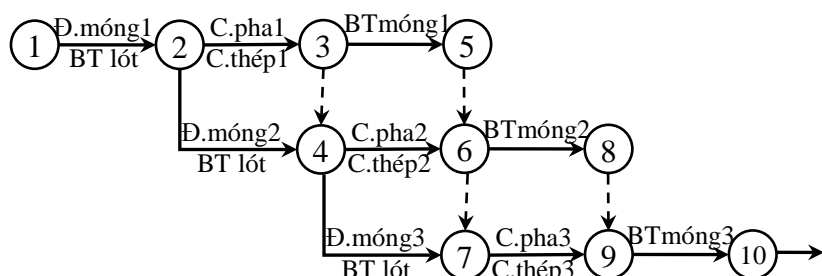
Phương án 1:

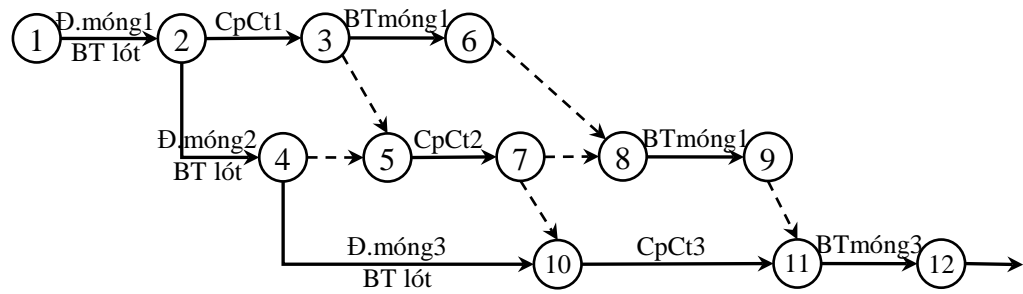


Phương án 2:



Trong trường hợp có xét đến phương án tổ chức, phân thành các đoạn công tác:





Hình 2-4. Ví dụ thiết kế sơ đồ mạng lưới.

b.) Lập kế hoạch:

- Tính toán thời gian thực hiện từng công việc trong sơ đồ mạng làm cơ sở tính thời gian hoàn thành dự án.
 - Trong phương pháp đường găng, thời gian là đại lượng xác định, nó được tính toán trong những điều kiện cụ thể về biện pháp thi công, thành phần tổ thợ, cơ cấu tổ thợ, năng suất thiết bị, phương pháp tổ chức mặt bằng... theo các định mức ban hành cho từng ngành. Do đó mạng còn được gọi là mạng tất định.
- Để đạt được mục đích cuối cùng thường có nhiều giải pháp và mỗi công việc cũng có nhiều biện pháp thực hiện. Vì vậy việc sắp xếp thứ tự các công việc, xác định mối liên hệ giữa chúng với nhau khi lập sơ đồ cũng như việc xác định thời gian thực hiện mỗi công việc đó khi phân tích sơ đồ mạng đòi hỏi phải vừa am hiểu chuyên môn vừa nắm vững kỹ thuật sơ đồ mạng.

2.5.2.4 Các phương pháp tính toán mạng găng.

a.) Mục đích.

- Nhằm xác định độ dài đường găng hay thời gian hoàn thành dự án.
- Xác định các công việc găng, các công việc này phải nằm dưới sự chú ý thường xuyên của người điều khiển chương trình nếu muốn chương trình hoàn thành đúng thời hạn đề ra.
- Ngoài ra việc tính toán sơ đồ mạng còn xác định các thông số cần thiết phục vụ cho việc phân tích và tối ưu sơ đồ mạng theo mục tiêu.

b.) Các thông số của sơ đồ mạng. Gồm 2 nhóm.

- Nhóm cơ bản: gồm các thông số gốc khi lập sơ đồ: thời gian thực hiện từng công việc, chi phí tài nguyên cho từng công việc...
- Nhóm tính toán: xác định trên cơ sở các thông số gốc, phục vụ tính đường găng và tối ưu hóa sơ đồ: thời điểm bắt đầu sớm và muộn của từng công việc, các loại dự trữ thời gian...

c.) Khái niệm các thông số tính toán.

- **Bắt đầu sớm của một công việc (t_{ij}^{bs}):** là thời điểm sớm nhất có thể bắt đầu công việc mà không ảnh hưởng đến việc thực hiện các công việc trước đó. Nó được xác định bằng thời hạn của đường dài nhất từ sự kiện xuất phát đến sự kiện tiếp đầu của công việc đang xét.
$$t_{ij}^{bs} = \max \sum t_{hi} = \max(t_{hi}^{bs} + t_{hi}).$$
- **Kết thúc sớm của một công việc (t_{ij}^{ks}):** là thời điểm kết thúc sớm nhất của công việc nếu nó được bắt đầu ở thời điểm sớm nhất.
$$t_{ij}^{ks} = t_{ij}^{bs} + t_{ij}.$$
- **Bắt đầu muộn của một công việc (t_{ij}^{bm}):** là thời điểm muộn nhất có thể cho phép bắt đầu công việc mà không làm tăng thời hạn chung thực hiện toàn bộ dự án.
$$t_{ij}^{bm} = T - (t_{ij} + \max \sum t_{jk}).$$

- **Kết thúc muộn của một công việc (t_{ij}^{km}):** là thời điểm muộn nhất có thể kết thúc công việc nếu nó được bắt đầu ở thời điểm muộn nhất.

$$t_{ij}^{km} = t_{ij}^{bm} + t_{ij} = \min(t_{jk}^{km} - t_{jk}^{ks}).$$

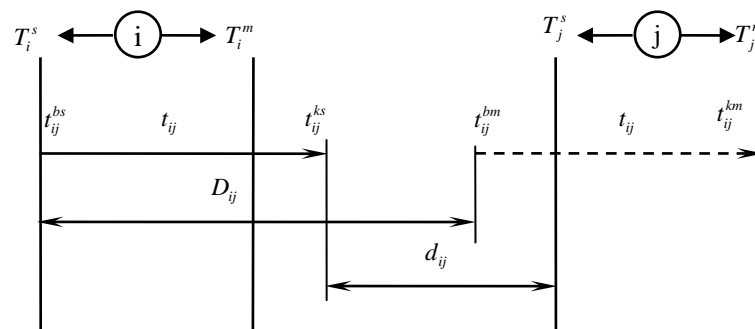
- **Dự trữ thời gian chung (toàn phần) của công việc (D_{ij}):** là khoảng thời gian có thể được sử dụng để kéo dài thời gian thực hiện công việc hoặc thay đổi thời hạn bắt đầu (hay kết thúc) của nó mà không làm thay đổi thời gian thực hiện toàn bộ chương trình.

$$D_{ij} = t_{ij}^{bm} - t_{ij}^{bs} = t_{ij}^{km} - t_{ij}^{ks}.$$

- **Dự trữ thời gian riêng (d_{ij}):** là khoảng thời gian có thể được sử dụng để chuyển dịch bắt đầu công việc hoặc kéo dài thời gian sử dụng nó mà không ảnh hưởng đến bắt đầu sớm của những công việc tiếp sau.

$$d_{ij} = t_{jk}^{bs} - t_{ij}^{ks}.$$

Ngoài ra còn có một số loại dự trữ khác tùy theo mục đích sử dụng nữa như dự trữ độc lập, dự trữ tự do...



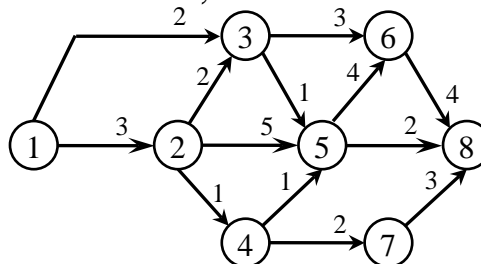
Hình 2-5. Các thông số tính toán.

d.) Phương pháp tính toán.

Hiện nay có ba cách tính: phương pháp giải tích (lập bảng), phương pháp tính trực tiếp trên sơ đồ (phương pháp hình quạt), tính trên máy tính (Microsoft Project).

PHƯƠNG PHÁP GIẢI TÍCH

Đây là phương pháp dùng bảng và các công thức để tính toán. Phương pháp này được trình bày qua ví dụ như sau: cho sơ đồ mạng như hình vẽ, biết thời gian thực hiện từng công việc t_{ij} , tính sơ đồ mạng đã cho.



© **Bước 1:** Lập bảng tính và ghi các thông số gốc của sơ đồ, lưu ý sắp xếp các công việc theo trình tự tăng dần của chỉ số sự kiện đầu và cuối. Tính chiều dài đường găng bằng cách xét tất cả các phương án đi từ sự kiện đầu đến sự kiện hoàn thành và chọn giá trị lớn nhất.

$$T_G = \max \begin{cases} L(1,2,5,8) = 3 + 5 + 2 = 10 \\ L(1,3,5,6,8) = 2 + 1 + 4 + 4 = 11 \\ \dots\dots\dots \\ L(1,2,5,6,8) = 3 + 5 + 4 + 4 = 16 \end{cases} = 16(L_{12568}).$$

T T	Công việc	t_{ij}	SỐM		MUỘN		DỰ TRỮ		CV Găng
			t_{ij}^{bs}	t_{ij}^{ks}	t_{ij}^{bm}	t_{ij}^{km}	D_{ij}	d_{ij}	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1	1-2	3	0	3	0	3	0	0	1-2
2	1-3	2	0	2	5	7	5	3	
3	2-3	2	3	5	5	7	2	0	
4	2-4	1	3	4	6	7	3	0	
5	2-5	5	3	8	3	8	0	0	2-5
6	3-5	1	5	6	7	8	2	2	
7	3-6	3	5	8	9	12	4	4	
8	4-5	1	4	5	7	8	3	3	
9	4-7	2	4	6	11	13	7	0	
10	5-6	4	8	12	8	12	0	0	5-6
11	5-8	2	8	10	14	16	6	6	
12	6-8	4	12	16	12	16	0	0	6-8
13	7-8	3	6	9	13	16	7	7	

☉ **Bước 2:** Tính t_{ij}^{bs} (cột 4) với giả thiết bắt đầu sớm của công việc đi từ sự kiện đầu tiên (sự kiện khởi công) bằng 0. Công thức tính: $t_{ij}^{bs} = \max \sum t_{hi}$.

$$t_{12}^{bs} = t_{13}^{bs} = 0 \quad ; \quad t_{23}^{bs} = t_{24}^{bs} = t_{25}^{bs} = 3 ;$$

$$t_{35}^{bs} = \max(t_{13}; t_{12} + t_{23}) = \max(2, 3 + 2) = 5 \dots$$

Tính t_{ij}^{ks} (cột 5), công thức $t_{ij}^{ks} = t_{ij}^{bs} + t_{ij}$ hay cột 5 = cột 4 + cột 3.

☉ **Bước 3:** Tính t_{ij}^{bm} (cột 6), công thức $t_{ij}^{bm} = T - (t_{ij} + \max \sum t_{jk})$.

$$t_{13}^{bm} = 16 - [2 + \max(L_{368}, L_{3568}, L_{358})] = 16 - [2 + \max(3 + 4; 1 + 4 + 4; 1 + 2)] = 5 \dots$$

Tính t_{ij}^{km} (cột 7), công thức $t_{ij}^{km} = t_{ij}^{bm} + t_{ij}$ hay cột 7 = cột 6 + cột 3.

☉ **Bước 4:** Tính dự trữ D_{ij} (cột 8), d_{ij} (cột 9)

$$D_{ij} = t_{ij}^{bm} - t_{ij}^{bs} = \text{cột 6} - \text{cột 4}.$$

$$d_{ij} = t_{jk}^{bs} - t_{ij}^{ks} \quad (\text{tính từng công việc một}).$$

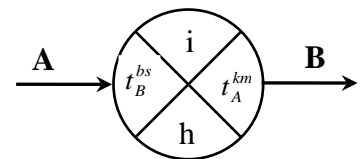
Nhận xét: các công việc găng có $D_{ij} = d_{ij} = 0$.

PHƯƠNG PHÁP HÌNH QUẠT

Đây là phương pháp tính trực tiếp trên sơ đồ, để việc tính toán được thuận lợi, người ta quy ước cách ký hiệu công việc và sự kiện như sau:

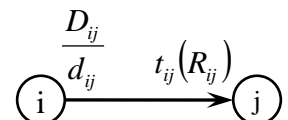
Đối với sự kiện: vòng tròn sự kiện được chia làm 4 phần (hoặc 3_bỏ phần dưới).

- Phần trên ghi số hiệu sự kiện i.
- Phần dưới ghi số hiệu các sự kiện đứng trước i đi đến i bằng đường dài nhất (số hiệu để xác định đường găng).
- Phần bên trái ghi bắt đầu sớm của công việc tiếp đầu.
- Phần bên phải ghi kết thúc muộn của công việc tiếp cuối.



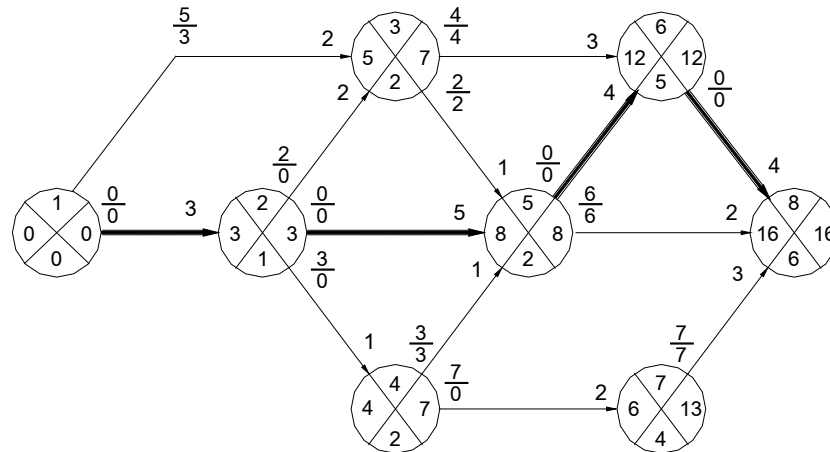
Đối với công việc: mũi tên công việc ký hiệu như sau (có thể hơi khác).

- Góc trên bên trái ghi D_{ij}/d_{ij} .
- Góc trên bên phải ghi $t_{ij}(R_{ij})$.



Quá trình tính toán được trình bày qua ví dụ như phương pháp

giải tích đề để theo dõi và so sánh, như hình vẽ 2-6.



Hình 2-6. Ví dụ tính toán sơ đồ mạng theo phương pháp hình quạt.

☺ **Bước 1:** Tính t_{ij}^{bs} với giả thiết bắt đầu sớm của các công việc đi từ sự kiện đầu tiên (sự kiện khởi công) bằng không. Quá trình tính toán đi từ sự kiện đầu tiên đến sự kiện cuối cùng (từ trái qua phải), công thức tính: $t_{ij}^{bs} = \max(t_{hi}^{bs} + t_{hi})$.

Kết quả xác định được đường Găng L(1,2,5,6,8) = 16 và các công việc găng, các bước sau xác định các thông số tính toán của sơ đồ (không cần tính trước T_G như phương pháp giải tích).

☺ **Bước 2:** Tính t_{ij}^{km} với lưu ý ở sự kiện cuối cùng để đơn giản xem bắt đầu sớm và kết thúc muộn bằng nhau (sự kiện hoàn thành duy nhất một). Quá trình tính toán đi từ sự kiện cuối về sự kiện đầu (từ phải sang trái), công thức tính: $t_{ij}^{km} = \min(t_{jk}^{km} - t_{jk})$.

☺ **Bước 3:** Tính các dự trữ D_{ij} , d_{ij} .

$$D_{ij} = t_{ij}^{km} - t_{ij}^{bs} = t_{ij}^{km} - t_{ij} - t_{ij}^{bs}.$$

$$d_{ij} = t_{jk}^{bs} - t_{ij}^{ks} = t_{jk}^{bs} - (t_{ij}^{bs} + t_{ij}).$$

Như vậy chỉ cần tính D_{ij} , d_{ij} thông qua t_{ij}^{bs} và t_{ij}^{km} . Công việc găng có $D_{ij}/d_{ij} = 0/0$.

e.) Chuyển sơ đồ mạng lên trục thời gian hay sang dạng mạng ngang.

Theo các bước ở trên, ta nhận thấy sơ đồ mạng sau khi tính toán vẫn chưa thể hiện được tính trực quan (thứ tự cũng như độ dài công việc), không vẽ được biểu đồ tài nguyên, khó quản lý điều hành tiến độ, vì vậy sau khi tính toán xong ta chuyển sơ đồ mạng lên trục thời gian hoặc sang dạng sơ đồ mạng ngang. Xem hình 2-7.

☺ **Chuyển sơ đồ mạng lên trục thời gian.**

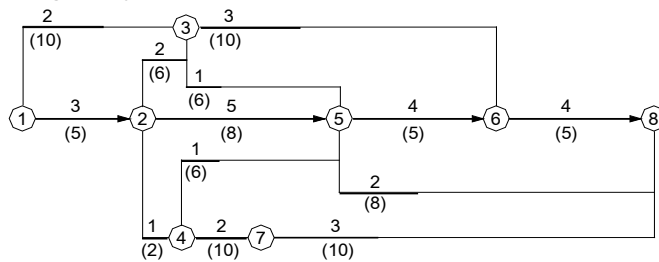
- Kẻ trục thời gian trước (trục hoành).
- Căng đường găng lên trục thời gian trước bằng “nét đậm”, nếu có nhiều đường cùng là đường găng thì chọn 1 đường theo ý người điều khiển là chủ đạo để vẽ, các đường khác vẽ song song với trục thời gian.
- Bố trí những công việc không găng bằng những “nét mảnh” song song với trục thời gian, có thể là khởi sớm hay khởi muộn. Tuy nhiên người ta quy định bố trí tất cả các công việc đều là khởi sớm, lúc đó dự trữ sẽ dồn về sau thuận lợi hơn cho việc điều khiển tối ưu mạng sau này.
- Vẽ biểu đồ nhân lực và các biểu đồ tài nguyên khác.

☺ **Chuyển sơ đồ mạng sang dạng sơ đồ mạng ngang.** (Sơ đồ PERT-GANTT).

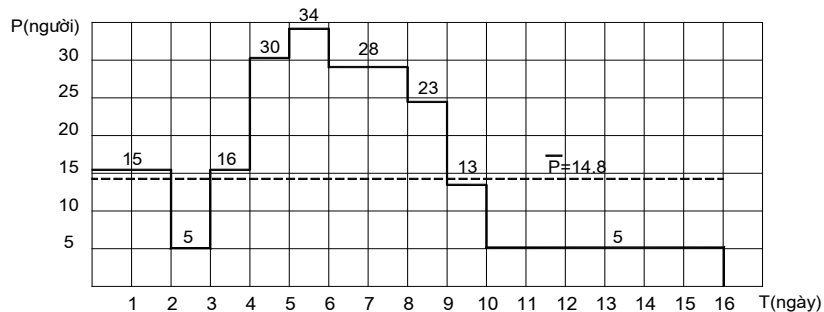
- Vẽ hệ tọa độ trong đó trục hoành biểu thị thời gian, trục tung biểu diễn công việc (cùng với các tài nguyên sử dụng).

- Mỗi công việc được biểu diễn bằng một đoạn thẳng ngang như mô hình KHTĐ ngang theo nguyên tắc khởi sớm, công việc ảo biến thành 1 điểm, công việc gãy vẽ đậm nét để dễ phân biệt.
- Các công việc biểu diễn theo chiều dương của trục tung với thứ tự công việc “tăng dần về độ lớn của chỉ số sự kiện kết thúc công việc”, nếu nhiều công việc có cùng sự kiện kết thúc thì công việc nào có sự kiện đầu nhỏ hơn được xếp trước. Nếu nhiều công việc cùng kết thúc ở sự kiện i thì công việc ij tiếp theo sẽ bắt đầu ở chỉ số i có hoành độ lớn nhất.
- Có nhiều công việc cùng kết thúc ở sự kiện cuối j song có hoành độ khác nhau, sự chênh lệch jj’ đó chính là dự trữ của công việc đó.
- Vẽ biểu đồ nhân lực và các biểu đồ tài nguyên khác.

Lưu ý logic mạng trước và sau khi chuyển sơ đồ lên trục thời gian hay sang dạng sơ đồ mạng ngang không thay đổi.



Công việc	Thời gian																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
C1 : 1-2	5																		
C2 : 1-3	10																		
C3 : 2-3			6																
C4 : 2-4			2																
C5 : 2-5			8																
C6 : 3-5				6															
C7 : 4-5				6															
C8 : 3-6				10															
C9 : 5-6						5													
C10 : 4-7				10															
C11 : 5-8							8												
C12 : 6-8										5									
C13 : 7-8								10											



Hình 2-7. Sơ đồ mạng trên trục thời gian và trên sơ đồ mạng ngang.

2.5.2.5 Tối ưu sơ đồ mạng.

Phương án dự kiến sơ đồ mạng ban đầu thường có các chỉ tiêu tính toán chưa đạt yêu cầu đòi hỏi thì phải tiến hành tối ưu mạng. Tối ưu sơ đồ mạng là quá trình điều chỉnh mạng trên cơ sở tính toán những thông số của nó để cải tiến nó về mặt kinh tế, kỹ thuật. Tuy nhiên vấn đề tối ưu hóa là bài toán có “miền xác định” rộng và

phức tạp, khó có bài toán nào có thể giải quyết nhiều mục tiêu cùng một lúc. Trong chừng mực có thể, sơ đồ mạng được tối ưu theo từng yếu tố:

- Thời gian thực hiện.
- Tài nguyên sử dụng (nhân lực, nguyên vật liệu, thiết bị...).
- Giá thành xây dựng (môn học Kinh tế xây dựng...)

a.) Tối ưu hóa về thời gian.

Một vấn đề thường phải giải quyết là rút ngắn thời gian hoàn thành dự án, vấn đề này thực ra chỉ có ý nghĩa khi chi phí tăng lên do rút ngắn thời gian là ít nhất. Đây là bài toán tương đối phức tạp, khối lượng tính toán rất lớn, vì vậy tuy hiện nay có khá nhiều phương pháp tính toán nhưng chỉ một số rất ít là áp dụng được trong thực tế. Thường thì khi thời gian của sơ đồ lớn hơn giới hạn theo pháp lệnh hoặc theo hồ sơ mời thầu thì phải tối ưu mạng về thời gian. Có 2 cách tối ưu hóa.

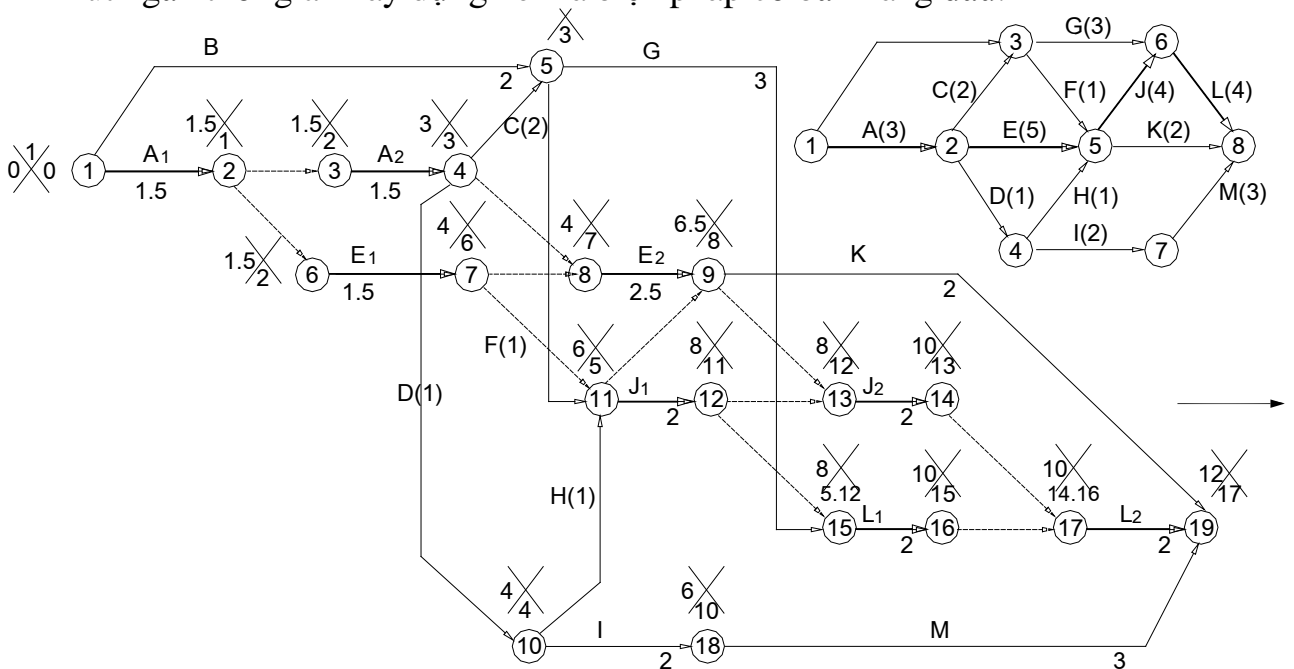
- *Rút ngắn thời gian thực hiện các công việc nằm trên đường găng.*

- Bằng biện pháp kỹ thuật: thay đổi giải pháp về công nghệ thực hiện hay giải pháp vật liệu sử dụng (đặc biệt là các loại vật liệu mới...), khi sử dụng biện pháp này thì phải đảm bảo yêu cầu về chất lượng kỹ thuật (đòi hỏi trình độ tay nghề đội ngũ thi công, máy móc thiết bị, phương pháp tổ chức thực hiện).

- Bằng biện pháp kinh tế: kéo dài thời gian thực hiện các công việc không găng nhằm mục đích giảm bớt tài nguyên sử dụng và tập trung tài nguyên tiết kiệm được để thực hiện các công việc găng, tăng ca kíp làm việc, tăng số lượng thợ tổ máy thi công cùng lúc... Khi dùng biện pháp kinh tế thì phải đảm bảo mặt bằng công tác.

Lưu ý khi rút ngắn thời gian thực hiện dự án vẫn phải đảm bảo mối liên hệ kỹ thuật giữa các công việc và việc tăng chi phí để rút ngắn thời gian thực hiện dự án là thấp nhất và hợp lý.

- *Sử dụng biện pháp tổ chức sản xuất*, đặc biệt là phương pháp tổ chức thi công dây chuyền để rút ngắn thời gian thực hiện các công việc găng, hoặc một nhóm công việc có thể quyết định đến thời gian thực hiện dự án. Biện pháp này không tăng chi phí tài nguyên, không thay đổi công nghệ sản xuất mà vẫn rút ngắn thời gian xây dựng nên là biện pháp cơ bản hàng đầu.



Hình 2-8. Tối ưu sơ đồ mạng về thời gian bằng biện pháp tổ chức.

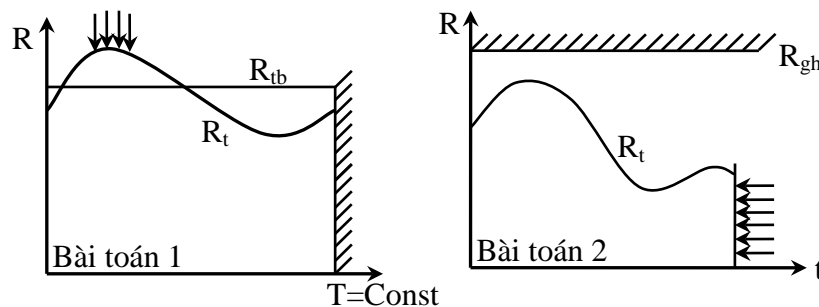
Ví dụ: xem hình vẽ 2-8 , xét lại ví dụ trước có $T=16$, giả sử rằng có thể chia mặt bằng công tác các công việc găng thành hai phần bằng nhau và tổ chức thi công dây chuyền các công việc găng trên đó, tính lại T . Kết quả $T=12$, đường găng $L(1,2,3,4,5,11,12,13,14,17,19)$.

b.) Tối ưu hóa về tài nguyên sử dụng.

Trong nội dung giới thiệu trên đây ta chỉ mới phân tích về mặt thời gian mà chưa quan tâm đến vấn đề tài nguyên, nghĩa là xem như trong khi thực hiện dự án lúc nào nhu cầu về tài nguyên cũng được thỏa mãn. Giả thiết này không phải lúc nào cũng hoàn toàn đúng, trong thực tế ta thường gặp những trường hợp mà nhu cầu tài nguyên phân bố không đều theo thời gian, nhiều khi vượt quá (hay không tận dụng đúng mức) giới hạn về khả năng cung cấp tài nguyên của thực tế.

Thường trong thực tế giải quyết hai loại bài toán sau. Hình vẽ 2-9.

- **Bài toán 1.** Điều hòa tài nguyên đồng thời giữ vững thời gian hoàn thành dự án.
- **Bài toán 2.** Rút ngắn thời gian hoàn thành dự án với điều kiện tôn trọng giới hạn về tài nguyên.



Hình 2-9. Các bài toán tối ưu sơ đồ mạng về tài nguyên.

Giả sử ta có một mạng với rất nhiều công việc đòi hỏi những loại tài nguyên khác nhau và ta chỉ có một số lượng giới hạn các loại tài nguyên đó. Như vậy việc sắp xếp các công việc không những phụ thuộc vào logic mạng mà còn tùy thuộc mức giới hạn tài nguyên sẵn có. Để có kết quả cuối cùng ngoài logic mạng, ta phải chọn phương pháp sắp xếp theo các nguyên tắc ưu tiên nào đó và căn cứ vào đó để giải bài toán. Lời giải có thể tối ưu cũng có thể không nhưng phải chắc chắn là gần tối ưu nhất (trong thực tế mạng có rất nhiều công việc, các công việc lại cần rất nhiều loại tài nguyên và sẽ có vô vàn cách sắp xếp khác nhau mà ta không thể thử tất cả được). Khi sắp xếp ta phải dựa vào một số quy tắc ưu tiên nào đó, ví dụ:

- Ưu tiên các công việc găng (để đảm bảo thời gian hoàn thành dự án).
- Công việc có dự trữ nhỏ nhất.
- Công việc có thời gian thực hiện ngắn (sẽ nhanh chóng giải phóng tài nguyên).
- Công việc có thời điểm bắt đầu (hay kết thúc) muộn là nhỏ nhất (vì có đường nối từ sự kiện trước hay sau tới sự kiện cuối cùng của sơ đồ là dài nhất).
- Công việc theo ý muốn chủ quan của người điều khiển hay thực tế đòi hỏi phải thực hiện trước...

Giải hai bài toán phân phối tài nguyên trong trường hợp đơn giản có thể tính thủ công còn nói chung phải sử dụng các chương trình máy tính, nhưng máy chỉ giúp ta tính toán còn các quyết định về loại tài nguyên, phương pháp sắp xếp... là do người điều khiển. Lời giải tốt hay xấu tùy thuộc vào các quyết định đó.

Bài toán 1, điều hòa tài nguyên đồng thời giữ nguyên thời gian hoàn thành dự án có thể giải theo thuật toán Burgess. Bài toán 2, rút ngắn thời gian hoàn thành dự án với điều kiện tôn trọng giới hạn về tài nguyên có thể sử dụng thuật toán Kelley. Khi cần điều chỉnh một cách nhanh chóng và tương đối, sử dụng phương pháp điều chỉnh nhanh.

THUẬT TOÁN BURGESS

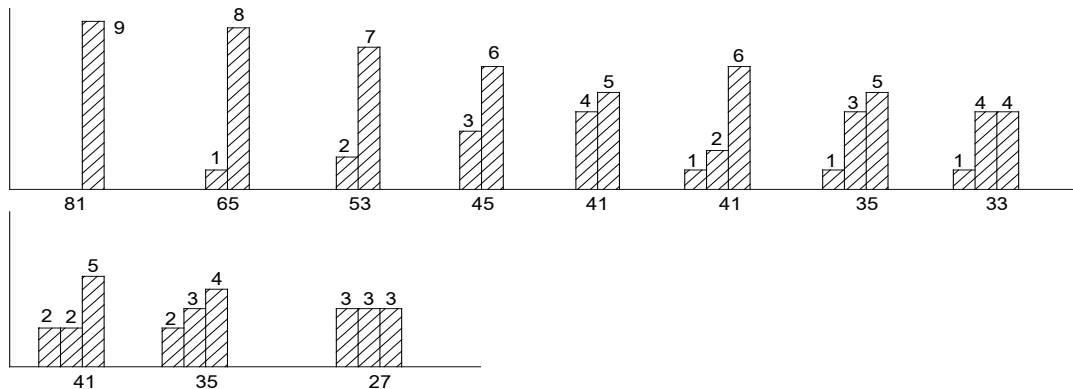
- **Nguyên tắc:** để đo lường sự thay đổi về nhu cầu tài nguyên, người ta dùng **tổng của bình phương các nhu cầu tài nguyên trong mỗi thời kỳ của biểu đồ**. Điểm ưu việt của thước đo này là **tổng giá trị của bình phương các nhu cầu trong từng thời kỳ giảm nhanh chóng nếu sự thay đổi về nhu cầu tài nguyên giảm** và sẽ đạt tối thiểu khi nhu cầu hoàn toàn bằng nhau. Nguyên tắc này dựa trên kết quả của bất đẳng thức:

$$\text{Nếu } x_1 + x_2 + \dots + x_n = A \quad \text{Thì } \frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}{n} \geq \left(\frac{A}{n}\right)^2$$

Bất đẳng thức này đạt giá trị tối thiểu khi $x_1 = x_2 = \dots = x_n$.

Với x_i là các nhu cầu tài nguyên trong mỗi thời kỳ của biểu đồ.

Ví dụ: giả sử để thực hiện một công việc nào đó cần 3 công nhân thực hiện trong 3 ngày, hay nói cách khác là cần 9 công. Trên hình 2-10 trình bày 11 phương án có thể để giải quyết công việc này. Ta thấy giá trị thang đo đã nêu giảm từ 81 đơn vị ở phương án 1 đến 27 đơn vị ở phương án cuối dù khối lượng lao động vẫn không thay đổi (9 công).



Hình 2-10. Ví dụ về thang đo Burgess.

- **Thuật toán Burgess.**

☉ **Bước 1:** Chuyển sơ đồ mạng đã tính sang sơ đồ mạng ngang, lưu ý các công việc đều khởi sớm. Vẽ biểu đồ tài nguyên ban đầu.

☉ **Bước 2:** Thứ tự điều chỉnh các công việc từ dưới lên (chỉ số j cao nhất trước), các công việc gắng cố định không xét, các công việc còn lại ấn định một thời điểm bắt đầu theo kế hoạch trong phạm vi dự trữ của chúng t_{ij}^{bp} sao cho thang đo B_{ij}^{bp} nhỏ nhất. Thực chất của việc ấn định này là dịch chuyển thời điểm bắt đầu của công việc từ trái sang phải và tính giá trị thước đo tương ứng mỗi lần dịch chuyển. Nếu có nhiều giá trị thước đo bằng nhau thì ta lấy thời điểm bắt đầu muộn nhất $t_{ij}^{bp} \max$.

Khi xem xét việc dịch chuyển các công việc phải cố gắng tận dụng thời gian dự trữ tự do có thể xuất hiện do việc ấn định các công việc phía sau. Bước này kết thúc khi ta đã sắp xếp được các công việc trên cùng của bảng.

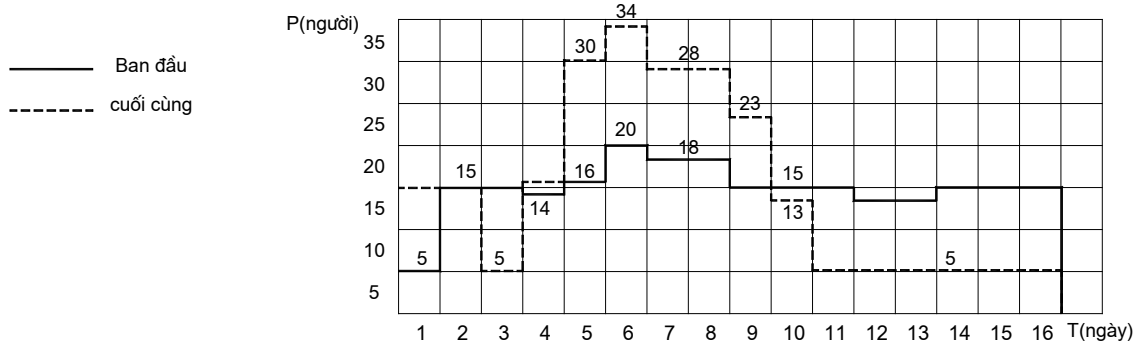
Quá trình tính toán có thể lặp lại nhiều vòng cho đến khi việc dịch chuyển các công việc sang bên phải không làm tăng giá trị thước đo nữa.

• **Ví dụ:** Lấy lại ví dụ trong phần trước. Hình vẽ 2-11

☺ **Bước 1:** Chuyển sơ đồ mạng đã tính sang dạng sơ đồ mạng ngang, vẽ biểu đồ tài nguyên và tính giá trị thước đo ban đầu.

$$Bg(0) = (15^2 \times 2 + 5^2 + 16^2 + 30^2 + 34^2) + 28^2 \times 2 + 23^2 + 13^2 + 5^2 \times 6 = 2787 + 2416 = 5203.$$

Công việc	t_{ij}	t_{ij}^{bs}	r_{ij}	r_{ij}^p	t_{ij}^{bs}	Thời gian															
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
C1 : 1-2	3	0	0			=====															
C2 : 1-3	2	0	3	3	1	=====		-----													
C3 : 2-3	2	3	0	0	3			=====													
C4 : 2-4	1	3	0	1	4			=====													
C5 : 2-5	5	3	0	-	-			=====													
C6 : 3-5	1	5	2	2	5				=====												
C7 : 4-5	1	4	3	3	5				=====												
C8 : 3-6	3	5	4	4	6				=====												
C9 : 5-6	4	8	0	-	-					=====											
C10 : 4-7	2	4	0	7	9						=====										
C11 : 5-8	2	8	6	6	11							=====									
C12 : 6-8	4	12	0	-	-								=====								
C13 : 7-8	3	6	7	7	13									=====							



Hình 2-11. Ví dụ về điều hòa tài nguyên theo thuật toán Burgess.

☺ **Bước 2:** Ta bắt đầu điều chỉnh bằng việc dịch chuyển công việc cuối cùng.
 Công việc 7-8 : việc ấn định thời điểm bắt đầu kế hoạch sớm nhất có thể trong khoảng thời gian từ ngày thứ 6 đến ngày thứ 13, ứng với mỗi bước dịch chuyển tính lại giá trị thước đo Burgess.

Ở bước dịch chuyển 1: $Bg(1) = 2787 + 18^2 + 28^2 + 23^2 \times 2 + 5^2 \times 6 = 2787 + 2316 = 5103.$

Ở bước dịch chuyển 2: $Bg(2) = 2787 + 18^2 \times 2 + 23^2 \times 2 + 15^2 + 5^2 \times 5 = 2787 + 2056 = 4843.$

Tương tự: $Bg(3) = 2787 + 1896 = 4683.$

$Bg(4) \div Bg(7) = 2787 + 1736 = 4523.$ chọn $t_{78}^{bp} = 13.$

Công việc 5-8: việc ấn định t_{58}^{bp} trong khoảng thời gian từ ngày 8 đến ngày 14.

$Bg(0) = (15^2 \times 2 + 5^2 + 16^2 + 30^2 + 34^2 + 18^2 \times 2) + 13^2 \times 2 + 5^2 \times 3 + 15^2 \times 3 = 3435 + 1088 = 4523$

$Bg(1) \div Bg(3) = 3435 + 5^2 + 13^2 \times 2 + 5^2 \times 2 + 15^2 \times 3 = 3435 + 1088 = 4523$

$Bg(4) = 3435 + 1248 = 4683$

$Bg(5) = 3435 + 1408 = 4843$

$Bg(6) = 3435 + 1408 = 4843$ chọn $t_{58}^{bp} = 11, \dots$

Như vậy cuối cùng ta đã xác định được thời điểm bắt đầu theo kế hoạch cho tất cả các công việc. So sánh với trạng thái ban đầu ta thấy kết quả của vòng 1 mang lại là thang đo Burgess giảm từ 5203 xuống 3663 (29,6%) và đỉnh cao của nhu cầu tài nguyên giảm từ 34 đơn vị xuống 20. Ngoài ra tận dụng tài nguyên từ ngày 10 đến ngày 16. Có thể lặp lại các bước trên để tìm ra phương án tốt hơn.

Có một nhận xét là phương pháp tính toán khá chặt chẽ, logic nhưng khối lượng tính toán khá nhiều, không thích hợp với việc tính toán bằng thủ công với những sơ đồ mạng lớn.

Một số phương pháp khác để giải bài toán điều hòa tài nguyên là của Levy, Thompson và Wiest, các phương pháp này giải quyết cho nhiều dự án cùng lúc.

THUẬT TOÁN KELLEY

Trong thực tế ta thường gặp trường hợp mà tài nguyên bị giới hạn mà nhiệm vụ của chúng ta là phải phân bổ các công việc sao cho thời gian thực hiện chúng là ngắn nhất có thể được với điều kiện tuân thủ trình tự công nghệ.

- **Nguyên tắc:** Do tính đa dạng của tài nguyên mà hạn mức tài nguyên có thể không thay đổi, có thể thay đổi trong kỳ, có thể một loại, nhiều loại..., để đơn giản bài toán của chúng ta giải trên cơ sở các điều kiện hạn chế:

- Các công việc được thực hiện liên tục với cường độ không đổi trong suốt thời gian của chúng (nhu cầu tài nguyên của các công việc $r_{ij} = const$).

- Hạn mức tài nguyên không đổi theo thời gian, $R_{gh} = const$.

Xét bài toán phân phối một loại tài nguyên hạn chế không đổi theo thời gian, hàm mục tiêu của bài toán như sau:

$$T(G) \rightarrow \min : \sum_t r_{ij} \leq R_{gh}.$$

Trong đó

$$\left\{ \begin{array}{l} G_sơ\ đồ\ mạng\ công\ việc\ đã\ cho. \\ r_{ij}_nhu\ cầu\ tài\ nguyên\ của\ các\ công\ việc. \\ R_{gh}_hạn\ mức\ tài\ nguyên\ không\ chế. \\ \sum_t r_{ij}_tổng\ nhu\ cầu\ tài\ nguyên\ tại\ thời\ điểm\ xét. \end{array} \right.$$

• Thuật toán Kelley.

☉ Ở một thời điểm t trong quá trình thực hiện mạng công việc G thì có các tập hợp công việc liên quan sau:

- Tập hợp F_t tập hợp các công việc kết thúc tại thời điểm t đang xét.
- Tập hợp E_t tập hợp các công việc đang thực hiện ở thời điểm t .
- Tập hợp N_t tập hợp các công việc mới có thể đưa vào xem xét.
- Tập hợp A_t tập hợp các công việc được xem xét ở thời điểm t .
- Tập hợp S_t tập hợp các công việc được bắt đầu ở thời điểm t .
- Tập hợp D_t tập hợp các công việc bị hoãn lại đến thời điểm tiếp theo.

Tiêu chuẩn xem xét là:

$$\Delta = R_{gh} - \sum_t r_{ij} \geq 0 \quad ; \quad \forall ij \in (E_t \cup S_t).$$

☉ Bài toán sẽ không có lời giải khi $E_t \cup S_t = \emptyset$ tức là tại thời điểm t đang xét không có công việc nào đang thực hiện hoặc được chọn bắt đầu, mạng công việc bị gián đoạn tại thời điểm đó (trường hợp này xảy ra khi $R_t < r_{ij}$, với ij bất kỳ nào đó).

⊙ Thời điểm xem xét tiếp theo sẽ là khi có ít nhất một công việc trong E_t hoặc S_t kết thúc, giải phóng thêm tài nguyên và sau đó bắt đầu thêm các công việc mới. Ký hiệu thời điểm này $t+\tau = \min t_{ij}^{kp}; \forall ij \in (E_t \cup S_t)$; τ là số gia thời gian.

⊙ Từ tập A_t chọn tập S_t , việc xác định S_t dựa vào thứ tự xem xét của các công việc để đưa vào tập S_t các công việc bắt đầu sớm nhất để giải phóng tài nguyên và sử dụng tối đa hạn mức tài nguyên. Phụ thuộc vào các quy tắc ưu tiên để chọn công việc bắt đầu mà kết quả có thể khác nhau nhưng phải đảm bảo trình tự công nghệ (logic mạng) là điều kiện bắt buộc.

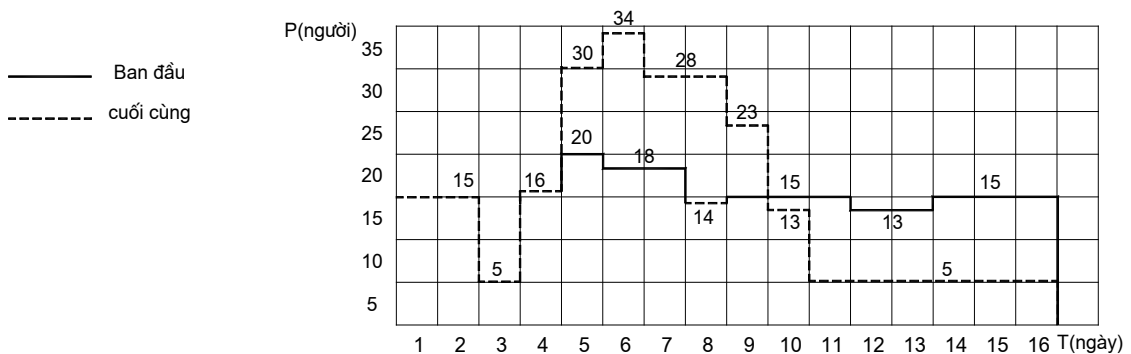
⊙ Tại thời điểm $t+\tau$ giá trị các tập thay đổi như sau: $A_{t+\tau} = D_t \cup N_{t+\tau}$

$$E_{t+\tau} = (E_t \cup S_t) \setminus F_{t+\tau}$$

Ta xét từ thời điểm $t=0$ và kết thúc khi $t = \max t_{ij}^{kp}$ nghĩa là khi đạt đến thời hạn kết thúc theo kế hoạch lớn nhất các công việc của mạng.

• **Ví dụ:** Lấy lại ví dụ trong phần trước với $R_{gh} = 20$, xác định T? Hình vẽ 2-12. Chuyển sơ đồ mạng đã tính sang dạng sơ đồ mạng ngang. Lập bảng tính và điền các thông số đã biết, các số liệu trong các hàng, cột còn lại sẽ xuất hiện trong quá trình tính toán.

Công việc	t_{ij}	r_{ij}	t_{ij}^{bs}	t_{ij}^{bp}	t_{ii}^{kp}	Thời gian															
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
C1 : 1-2	3	5	0	0	3	(5)															
C2 : 1-3	2	10	0	0	2	(10)															
C3 : 2-3	2	6	3	3	5			(6)													
C4 : 2-4	1	2	3	3	4			(2)													
C5 : 2-5	5	8	3	3	8				(8)												
C6 : 3-5	1	6	4	4	5					(6)											
C7 : 4-5	1	4	3	3	5			(6)													
C8 : 3-6	3	10	5	8	11					(10)											
C9 : 5-6	4	5	8	8	12						(5)										
C10 : 4-7	2	10	4	5	7			(10)													
C11 : 5-8	2	8	8	11	13							(8)									
C12 : 6-8	4	5	12	12	16								(5)								
C13 : 7-8	3	10	6	13	16									(10)							



Hình 2-12. Ví dụ về điều hòa tài nguyên theo thuật toán Kelley.

t	F_t	E_t	R_t	N_t	A_t	S_t	D_t
0	\emptyset	\emptyset	20	1-2/1-3	1-2/1-3	1-2/1-3	\emptyset
2	1-3	1-2	15	\emptyset	\emptyset	\emptyset	\emptyset
3	1-2	\emptyset	20	2-3/2-4/2-5	2-3/2-4/2-5	2-3/2-4/2-5	\emptyset

4	2-4	2-3/2-5	6	4-5/4-7	4-5/4-7	4-5	4-7
5	2-3/2-4	2-5	12	3-5/3-6	3-5/3-6/4-7	4-7	3-5/3-6
7	4-7	2-5	12	7-8	3-5/3-6/7-8	3-5	3-6/7-8
8	2-5/3-5	∅	20	5-6/5-8	5-6/3-6/5-8/7-8	5-6/3-6	5-8/7-8
11	3-6	5-6	15	∅	5-8/7-8	5-8	7-8
12	5-6	5-8	12	6-8	6-8/7-8	6-8	7-8
13	5-8	6-8	15	∅	7-8	7-8	∅

(Tương tự với $R_{gh}=16$, ta có kết quả $T=18$).

PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH NHANH

Khi cần điều chỉnh biểu đồ tài nguyên một cách nhanh chóng và tương đối ta sử dụng phương pháp điều chỉnh nhanh, quá trình thực hiện theo 2 bước.

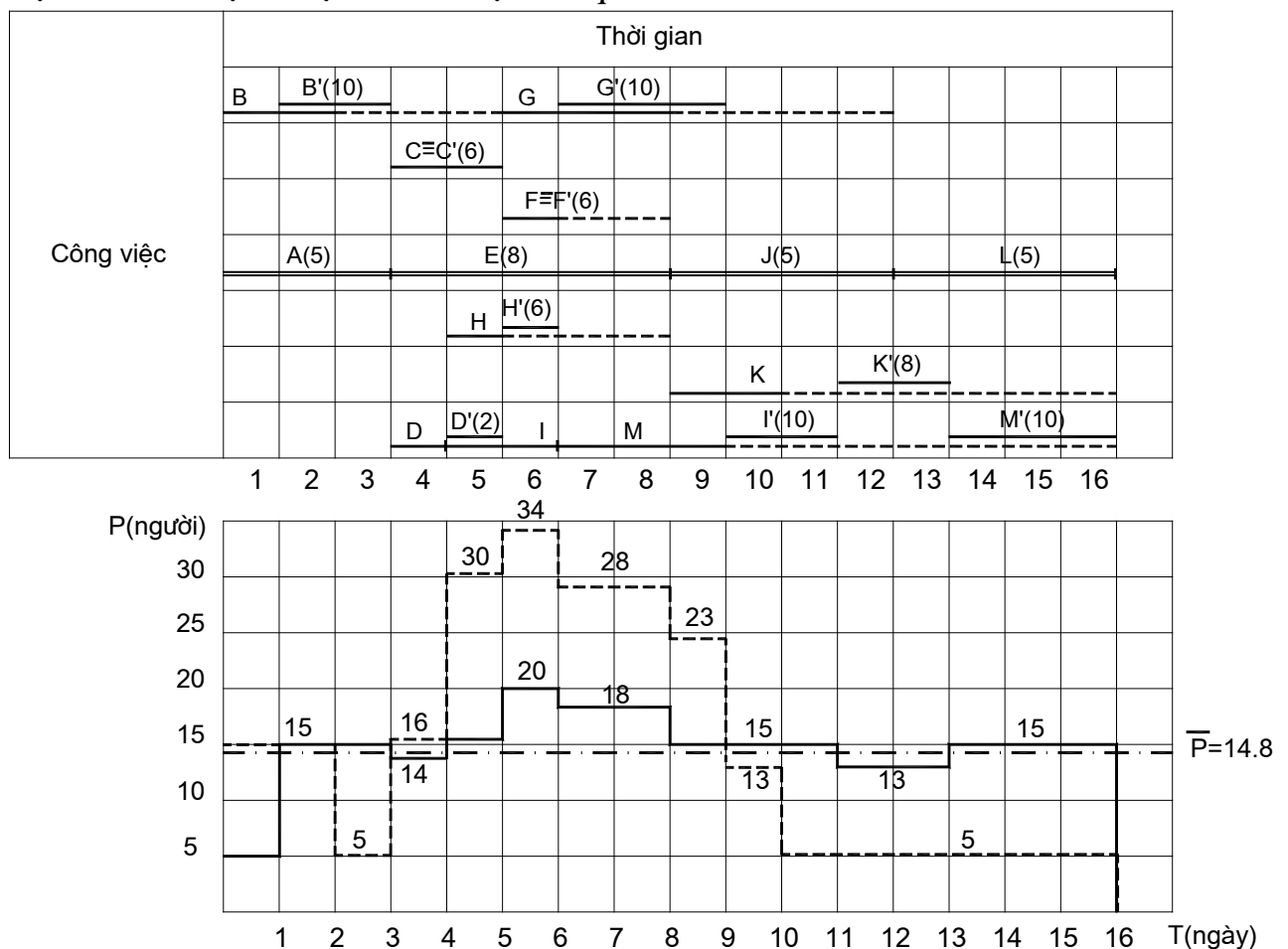
☉ **Bước 1:** Chuyển sơ đồ mạng đã tính lên trục thời gian hoặc sang dạng sơ đồ mạng ngang (tùy theo độ phức tạp của sơ đồ).

Tính mức tài nguyên trung bình R_{tb} : $R_{tb} = Q/T$

Trong đó: Q tổng nhu cầu về tài nguyên, bằng diện tích biểu đồ tài nguyên.

T thời gian thực hiện dự án.

☉ **Bước 2:** Cách điều chỉnh: các công việc găng cố định không dịch chuyển, thứ tự và số lượng các công việc được điều chỉnh không bắt buộc, nhưng nên xét những công việc sử dụng tài nguyên lớn, dự trữ thời gian dài trước. Dịch chuyển các công việc trong khoảng thời gian dự trữ kế hoạch sao cho biểu đồ tài nguyên dao động quanh mức trung bình, tốt nhất là giai đoạn đầu và sau thấp hơn mức trung bình một chút. Xét lại ví dụ trên ta được kết quả như hình vẽ 2-13.



Hình 2-13 Ví dụ về điều hòa tài nguyên theo phương pháp điều chỉnh nhanh.

SƠ ĐỒ MẠNG PERT (Program Evaluation and Review Technique)

Hiệu quả của việc lập kế hoạch theo sơ đồ mạng phụ thuộc rất nhiều vào độ tin cậy của các thời gian hoàn thành từng công tác. Trên thực tế các thời gian này thường không ổn định. Để xác định t_{ij} người ta thường dựa vào các tiêu chuẩn định mức hoặc dựa vào kinh nghiệm. Và để xem xét tính không ổn định của t_{ij} , người ta dựa trên các phương pháp xác suất để ước lượng t_{ij} .

- **Thời gian lạc quan** (Optimistic time) a là thời gian để hoàn thành công tác trong điều kiện tốt nhất (có nghĩa là thời gian ngắn nhất để hoàn thành công tác).
- **Thời gian bi quan** (Pessimistic time): b là thời gian để hoàn thành công tác trong điều kiện xấu nhất (thời gian dài nhất).
- **Thời gian thực hiện trong điều kiện bình thường**: m .

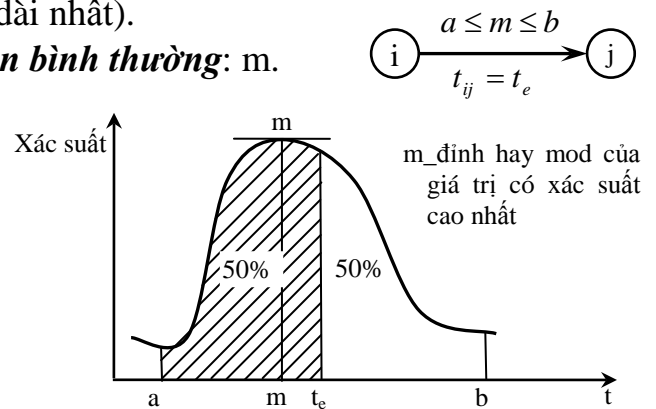
Dựa vào a , b , m để xác định thời gian kỳ vọng t_e (Expected time):

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6} \quad (\text{Hình 2-14, luật } \beta)$$

Hoặc $t_e = \frac{2a + 3b}{6}$ (khi không xác định được m).

Độ lệch chuẩn σ_{ij} (đại lượng đo độ không xác định của thời gian kỳ vọng):

$$\sigma_{ij} = \frac{(b-a)}{6}.$$



Hình 2.14 Đường cong phân bố xác suất thời gian hoàn thành công việc.

Phương sai là bình phương độ lệch chuẩn v_{ij} : $v_{ij} = \sigma_{ij}^2 = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2$.

Thời gian thực hiện dự án là tổng thời gian kỳ vọng của các công việc nằm trên đường găng nên nó cũng là thời gian kỳ vọng hoàn thành dự án. Giả thiết thời gian thực hiện các công việc là độc lập nhau thì theo lý thuyết xác suất thống kê, phương sai của thời gian thực hiện dự án bằng tổng các phương sai của từng công việc nằm trên đường găng:

$$v_{\Sigma} = \sum v_{ij} = \sum (\sigma_{ij})^2.$$

☺ Các bước thực hiện:

- Tính t_{ij} và σ_{ij}^2 của từng công việc.
- Dùng phương pháp CPM với $t_{ij} = t_e$ để xác định công việc găng và đường găng.
- Xác định khả năng hoàn thành dự án trong khoảng thời gian mong muốn.
 - Gọi S là thời gian tối thiểu để hoàn thành dự án trong điều kiện trung bình ứng với các t_e (đó chính là thời gian đường găng tính bước trên).
 - Gọi D là thời gian mong muốn hoàn thành dự án. Đặt $Z = \frac{D-S}{\sqrt{v_{\Sigma}}}$, dùng bảng tra (phân phối chuẩn Laplace-Gauss) để tìm xác suất (p%) đảm bảo hoàn

thành dự án D ($T_{\text{Dự án}} < D$); hoặc với xác suất p% cho trước thì thời gian hoàn thành dự án D=?.

☺ **Nhận xét:**

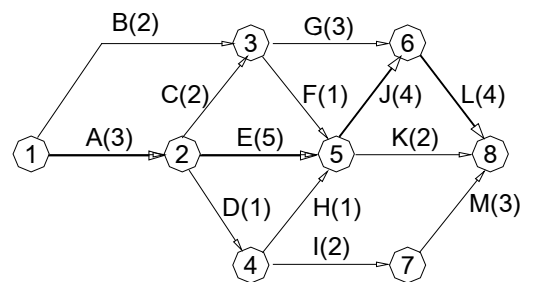
- Khi $D = S$ suy ra $Z = 0$, suy ra $p = 0,5$ hay 50% (Điều kiện trung bình).
- Trên thực tế $p = 0,25 - 0,50$ (có nghĩa D hơi nhỏ hơn S): việc hoàn thành dự án được xem là bình thường và dự án hoàn thành trong khoảng thời gian tương ứng có thể chấp nhận được.
- Nếu $p < 0,25$: không bình thường; $p > 0,5$: dự án hoàn thành trễ hơn dự định sẽ gây lãng phí.

Bảng tra phân phối chuẩn có thể tham khảo các tài liệu về xác suất thống kê hoặc lấy theo bảng sau:

Z	Xác suất	Xác suất	Z
-2	0.02	0.98	2.0
-1.5	0.07	0.93	1.5
-1.3	0.10	0.90	1.3
-1.0	0.16	0.84	1.0
-0.9	0.18	0.82	0.9
-0.8	0.21	0.79	0.8
-0.7	0.24	0.76	0.7
-0.6	0.27	0.73	0.6
-0.5	0.31	0.69	0.5
-0.4	0.34	0.66	0.4
-0.3	0.38	0.62	0.3
-0.2	0.42	0.58	0.2
-0.1	0.46	0.54	0.1
0	0.50	0.50	0

Ví dụ: xét lại ví dụ trong các phần trước.

S T T	C V	Thời gian hoàn thành			$t_e = \frac{a+4m+b}{6}$	$\left(\frac{b-a}{6}\right)^2$
		a	m	b		
1	A	2	3	4	3	4/36
2	B	1	2	3	2	4/36
3	C	1	2	3	2	4/36
4	D	1	1	1	1	0/36
5	E	3	4	11	5	64/36
6	F	1	1	1	1	0/36
7	G	1	3	5	3	16/36
8	H	1	1	1	1	0/36
9	I	1	2	3	2	4/36
10	J	2	3	10	4	64/36
11	K	1	2	3	2	4/36
12	L	3	4	5	4	4/36
13	M	2	3	4	3	4/36



- Xác định xác suất để dự án hoàn thành trong 18 ngày.
- Xác định thời gian hoàn thành dự án với xác suất 90%.

Dùng phương pháp CPM xác định được $T_G=16$ ngày (AEJL).
Hay $S=16$

Giá trị phương sai của đường găng: $v_\Sigma = 4/36 + 64/36 + 64/36 + 4/36 = 136/36$.

- Với $D=18$ ngày, ta có: $Z = \frac{D-S}{\sqrt{v_\Sigma}} = \frac{18-16}{\sqrt{136/36}} = 1,031$, tra bảng được $p=84,8\%$.

- Để có $p=90\%$, tra bảng được $Z=1,3$, từ đó suy ra $D \approx 18,5$ ngày.

CHƯƠNG III

CÁC PHƯƠNG PHÁP TỔ CHỨC THI CÔNG XÂY DỰNG

3.1 THI CÔNG & QUÁ TRÌNH THI CÔNG XÂY DỰNG

3.1.1 Khái niệm.

Thi công xây dựng là thực hiện một tổng thể các quá trình sản xuất trong phạm vi công trường nhằm mục đích tháo dỡ, di chuyển, cải tạo, mở rộng và xây dựng mới các công trình xây dựng... Nếu xét về góc độ thời gian thì toàn bộ công tác thi công xây dựng bao gồm một tổng thể các công việc gọi là các quá trình, để thực hiện các quá trình này cần một khoảng thời gian nào đó.

Quá trình thi công xây dựng bao gồm 3 yếu tố cấu thành: **đội tượng lao động, công cụ, sức lao động.**

3.1.2 Phân loại quá trình xây dựng.

a.) Theo cơ cấu.

- **Quá trình bước công việc hay các thao tác kỹ thuật:** đây là sự phân chia nhỏ nhất của quá trình thi công về mặt tổ chức, nó đồng nhất về mặt kỹ thuật. Khi một trong ba yếu tố của quá trình thay đổi quá trình này cũng thay đổi theo hay nói cách khác là có sự xuất hiện quá trình thao tác kết hợp khác.
- **Quá trình giản đơn:** bao gồm một số những thao tác kỹ thuật có liên quan đến nhau và do một nhóm công nhân cùng chuyên môn thực hiện. Ví dụ: quá trình xây tường; quá trình trát tường; quá trình gia công lắp dựng cốppha...
- **Quá trình tổng hợp:** là tập hợp các quá trình giản đơn có liên quan với nhau về mặt tổ chức, do nhiều tổ đội có chuyên môn khác nhau thực hiện, sản phẩm cũng là các kết cấu khác nhau của công trình. Ví dụ: quá trình thi công bê tông cốt thép toàn khối, quá trình lắp ghép nhà công nghiệp...

b.) Theo vai trò trong quá trình sản xuất.

- **Quá trình chủ yếu:** quá trình trong đó tạo được độ bền, độ ổn định của kết cấu công trình, tạo mặt bằng công tác cho các quá trình tiếp theo... Nó ảnh hưởng quyết định đến biện pháp thi công, hao phí lao động, vật tư, thời gian thi công công trình. Ví dụ: quá trình thi công bê tông; quá trình lắp ghép...
- **Quá trình phối hợp:** thực hiện song song xen kẽ hay kết hợp với các quá trình chủ yếu. Ví dụ: quá trình dưỡng hộ và tháo dỡ ván khuôn trong quá trình thi công bê tông; quá trình gia cường hay tổ hợp khuyếch đại trong thi công lắp ghép...
- **Quá trình vận chuyển:** là bộ phận trong các quá trình trên nhằm mục đích di chuyển vật tư, nguyên liệu hay cấu kiện đến vị trí xây dựng. Nó tạo điều kiện cho 2 quá trình trên phát triển một cách nhịp nhàng.

3.2 CÁC NGUYÊN TẮC CƠ BẢN TỔ CHỨC THI CÔNG XÂY DỰNG

Để đạt kết quả cuối cùng, trong tổ chức thi công phải tuân thủ các nguyên tắc cơ bản:

a.) **Hiệu quả kinh tế tối ưu**, giải pháp thi công được lựa chọn phải đạt được những yêu cầu sau:

- Giải pháp đó phải rút ngắn được thời hạn thi công.
- Phải góp phần tăng năng suất lao động, giảm chi phí thi công.
- Hạ giá thành xây lắp.
- Phải góp phần nâng cao chất lượng xây lắp.
- Đảm bảo các yêu cầu về an toàn lao động, vệ sinh môi trường...

b.) Sử dụng các phương án cơ giới hóa, các công cụ thiết bị kỹ thuật cao và hoàn thiện phù hợp với xu thế phát triển của công nghệ thi công, càng ngày máy móc sử dụng trong thi công xây dựng càng chiếm tỉ trọng cao góp phần giải phóng sức lao động. Có thể thay đổi phương pháp tổ chức sản xuất từ sản xuất kiểu công trường sang sản xuất theo kiểu công xưởng công nghiệp (đó là toàn bộ những công tác chuẩn bị và chế tạo các chi tiết tiến hành trong công xưởng công nghiệp, công trường chỉ là nơi lắp ráp các chi tiết đó thành sản phẩm hoàn chỉnh).

c.) Tổ chức lao động khoa học.

- Để thực hiện nguyên tắc này yêu cầu chia quá trình thi công thành những thao tác riêng biệt, nhằm phân công lao động hợp lý, chuyên môn hóa sâu để nâng cao năng suất lao động và nâng cao tay nghề công nhân.
- Phải cải tiến phương pháp lao động, loại bỏ các động tác thừa, tức là tổ chức phương pháp làm việc một cách khoa học.
- Phải sử dụng thời gian làm việc tối đa nhưng hợp lý, hạn chế thời gian chết...

d.) Tiêu chuẩn hóa và định hình hóa thi công.

- Tiêu chuẩn hóa là sự xác lập các quy phạm và tiêu chuẩn sản xuất sao cho có thể sử dụng chúng trong những điều kiện cụ thể. Bất kỳ với phương tiện thi công hiện có để tổ chức một quá trình kỹ thuật kinh tế hợp lý nhất. Tiêu chuẩn hóa được thực hiện thông qua các quy tắc quy định rõ các trình tự nhất định và các điều kiện kỹ thuật phải theo để thực hiện 1 quá trình xây dựng.
- Định hình hóa là việc xác lập những quy định về quy cách sản phẩm như kích thước, tính chất sao cho có thể vận dụng các quy phạm thi công 1 cách rộng rãi, nâng cao khả năng thay thế của các sản phẩm đó trong kết cấu của công trình xây dựng.

3.3 CÁC PHƯƠNG PHÁP TỔ CHỨC THI CÔNG XÂY DỰNG

Cho đến nay, người ta có thể chia phương pháp tổ chức xây dựng thành 3 phương pháp chính là: tuần tự, song song và phương pháp dây chuyền. Mỗi phương pháp có những ưu nhược điểm riêng, tùy theo các điều kiện cụ thể các phương pháp đó được áp dụng triệt để hay từng phần hoặc kết hợp, đều với một mục đích là đưa lại hiệu quả sản xuất cao nhất.

Xét ví dụ xây dựng m ngôi nhà giống nhau, có các cách tổ chức như sau.

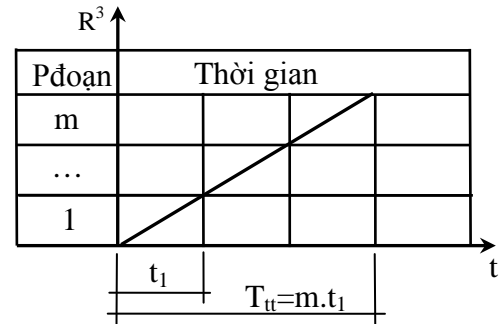
3.3.1 Phương pháp tuần tự.

Quá trình thi công được tiến hành lần lượt từ đối tượng này sang đối tượng khác theo một trật tự đã được quy định. $T_{tt} = mt_1$. Đồ thị tiến độ nhiệm vụ (hay biểu đồ chu trình) như hình vẽ 3-1.

- Ưu điểm: dễ tổ chức sản xuất và quản lý chất lượng, chế độ sử dụng tài nguyên thấp và ổn định.
- Nhược điểm: thời gian thi công kéo dài, tính chuyên môn hóa thấp, giá thành

cao.

Hình 3-1 Biểu đồ chu trình phương pháp thi công tuần tự.

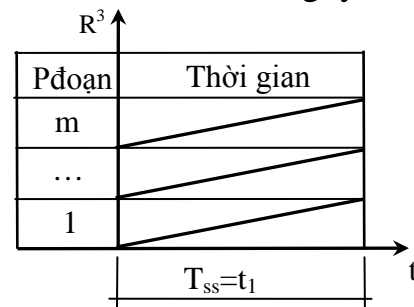


3.3.2 Phương pháp song song.

Nguyên tắc tổ chức thi công theo phương pháp này là các sản phẩm xây dựng được bắt đầu thi công cùng một thời điểm và kết thúc sau một khoảng thời gian như nhau. $T_{ss}=t_1 < T_{tt}$. Đồ thị tiến độ nhiệm vụ (hay biểu đồ chu trình) như hình vẽ 3-2.

- Ưu điểm: rút ngắn được thời gian thi công, giảm ứ đọng vốn sản xuất.
- Nhược điểm: đòi hỏi sự tập trung sản xuất cao, nhu cầu tài nguyên lớn, dễ gây ra sai phạm hàng loạt rất lãng phí.

Hình 3-2 Biểu đồ chu trình phương pháp thi công song song.



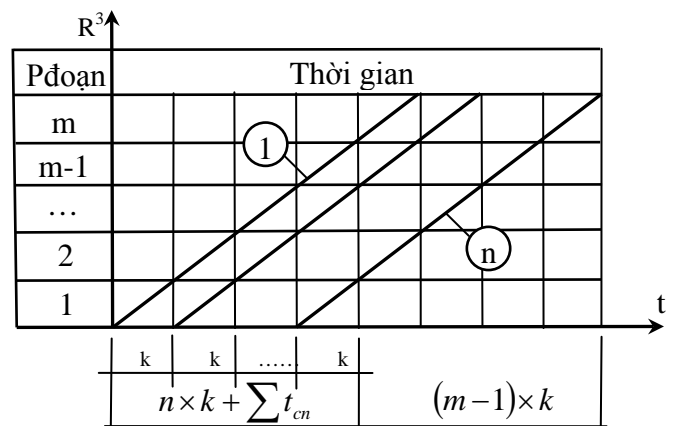
3.3.3 Phương pháp dây chuyền.

Là sự kết hợp một cách logic phương pháp tuần tự và song song, khắc phục những nhược điểm và phát huy ưu điểm, người ta đưa phương pháp xây dựng dây chuyền. Để thi công theo phương pháp xây dựng dây chuyền, chia quá trình kỹ thuật thi công một sản phẩm xây dựng thành n quá trình thành phần và quy định thời hạn tiến hành các quá trình đó cho một sản phẩm là như nhau, đồng thời phối hợp các quá trình này một cách nhịp nhàng về thời gian và không gian theo nguyên tắc:

- Thực hiện tuần tự các quá trình thành phần cùng loại từ sản phẩm này sang sản phẩm khác.
- Thực hiện song song các quá trình thành phần khác loại trên các sản phẩm khác nhau.

Đối tượng của phương pháp dây chuyền có thể là một quá trình phức hợp, một hạng mục hay toàn bộ công trình. Đồ thị tiến độ nhiệm vụ (hay biểu đồ chu trình) như hình vẽ 3-3: $T_{ss} < T_{dch} < T_{tt}$.

Hình 3-3 Biểu đồ chu trình phương pháp thi công dây chuyền.



Sản xuất dây chuyền nói chung là một phương pháp tổ chức tiên tiến nhất có được do kết quả của sự phân công lao động hợp lý, chuyên môn hóa các thao tác và hợp tác hóa trong sản xuất.

Đặc trưng của nó là sự chuyên môn hóa cao các khu vực và vị trí công tác, hạn chế các danh mục sản phẩm cần chế tạo, sự cân đối của năng lực sản xuất và tính nhịp nhàng song song liên tục của các quá trình.

Kết quả là cùng một năng lực sản xuất như nhau, người ta sản xuất nhanh hơn, sản phẩm nhiều hơn, chi phí lao động và giá thành thấp hơn, nhu cầu về nguyên vật liệu và lao động điều hòa liên tục. Sản xuất dây chuyền trong xây dựng có 2 đặc điểm cơ bản:

- Do sản phẩm xây dựng gắn liền với đất đai và có kích thước lớn nên để thực hiện các công việc theo một trình tự công nghệ phải di chuyển các tổ thợ với các trang thiết bị kèm theo trong không gian công trình từ bộ phận này sang bộ phận khác, từ công trình này sang công trình khác. Điều này khác với dây chuyền công nghiệp: người công nhân và công cụ đứng yên còn sản phẩm di động, do đó tổ chức dây chuyền trong xây dựng khó hơn.
- Do tính chất đơn chiếc và đa dạng của sản phẩm xây dựng nên các dây chuyền sản xuất hầu hết ngắn hạn, thời gian ổn định ít hoặc không ổn định, nghĩa là sau một khoảng thời gian không dài lắm người ta phải tổ chức lại để xây dựng công trình khác.

3.4 TỔ CHỨC THI CÔNG THEO PHƯƠNG PHÁP DÂY CHUYỀN

3.4.1 Các thông số của dây chuyền xây dựng.

Tổ chức sản xuất theo dây chuyền là mô hình có sự phối hợp chặt chẽ giữa công nghệ, thời gian và không gian. Ba yếu tố đó là cơ sở hình thành các thông số, qua đó hình thức tổ chức sản xuất thể hiện một cách rõ ràng và thực tế.

a.) Nhóm thông số về công nghệ.

- **Số lượng các dây chuyền bộ phận** (ký hiệu n): cơ cấu của dây chuyền xây dựng được xác định bởi số lượng và tính chất của các dây chuyền bộ phận tạo thành. Số lượng dây chuyền bộ phận phụ thuộc vào mức độ chi tiết của sự phân chia quá trình xây dựng thành phần. Có 2 mức độ phân chia.
 - Phân nhỏ hoàn toàn_dây chuyền bộ phận là quá trình xây dựng đơn giản.
 - Phân nhỏ bộ phận_dây chuyền bộ phận là quá trình xây dựng phức tạp.
 Mức độ phức tạp của việc phân chia các dây chuyền bộ phận phải căn cứ vào công nghệ sản xuất, khối lượng công việc và hao phí lao động...
- **Khối lượng công việc** (ký hiệu P): phụ thuộc vào đối tượng xây lắp cụ thể và được diễn tả bằng đơn vị đo của dạng công tác được thực hiện (m , m^2 , m^3 , tấn..).
- **Lượng lao động** (ký hiệu Q): là lượng lao động được sử dụng để làm ra sản phẩm xây dựng đạt chất lượng tốt, được xác định theo định mức thời gian a hay định mức năng suất s .

$$Q = P/s = P \times a \quad (\text{giờ công, ngày công hoặc giờ máy, ca máy}).$$

Vì định mức năng suất không phải cố định mà nó thay đổi phụ thuộc vào mức độ phức tạp của công tác xây lắp, điều kiện sản xuất, mức độ hoàn thiện của các phương pháp tổ chức sản xuất nên người ta phân biệt khối lượng lao động tính theo định mức và theo lao động sử dụng.

$$Q_{dm} = P/s = P \times a \quad \text{và} \quad Q_{sd} = Q_{dm}/\alpha$$

Trong đó $\alpha > 1$ là hệ số hoàn thành định mức, thường $\alpha = 1 \div 1,15$.

- **Cường độ dây chuyền** (năng lực dây chuyền, ký hiệu i): thể hiện lượng sản phẩm xây dựng sản xuất ra bởi dây chuyền trong 1 đơn vị thời gian. Trong thi

công dây chuyền yêu cầu trị số này không thay đổi để đảm bảo tính chất dây chuyền của sản xuất: $i = P/t = const$.

b.) Thông số không gian.

- **Mặt bằng công tác:** để đánh giá sự phát triển của dây chuyền xây dựng người ta đưa ra khái niệm mặt bằng công tác, xác định khả năng về đất đai không gian mà trên (hay trong) đó người ta bố trí tổ thợ hay tổ máy thực hiện các quá trình xây dựng. Độ lớn của nó được xác định bằng kích thước của bộ phận đối tượng xây dựng và được biểu thị bằng các đơn vị khối lượng công việc ($m, m^2, m^3..$) hay bằng các bộ phận của đối tượng xây dựng (tầng, đoạn, đơn nguyên...). Dựa trên khái niệm về mặt bằng công tác, phân biệt các thông số không gian sau.

- **Phân đoạn công tác:** là các bộ phận của công trình hay ngôi nhà mà có một mặt bằng công tác ở đó bố trí một hoặc một số tổ đội thực hiện quá trình xây lắp (hay dây chuyền bộ phận). Mỗi công nhân hay máy thi công được nhận một phần nhất định trên phân đoạn là **vị trí công tác**. Có 2 phương pháp phân chia phân đoạn.

-**Phân đoạn cố định:** ranh giới phân đoạn như nhau cho mọi quá trình thành phần.

-**Phân đoạn linh hoạt:** ranh giới phân đoạn cho các quá trình khác nhau không trùng nhau.

Thường hay dùng cách thứ nhất, cách chia phân đoạn linh hoạt chỉ dùng hãn hữu như khi tổ chức các quá trình cơ giới hóa chạy dài do năng suất máy không đều hay khi tiến hành công tác bê tông cốt thép từng đợt trên một công trình. Khi phân chia phân đoạn cần chú ý các đặc điểm sau:

-Số phân đoạn $m \geq n$ để cho dây chuyền sản xuất có thời gian ổn định và huy động được tất cả năng lực các tổ thợ chuyên môn (các dây chuyền đơn).

-Khối lượng công việc trên phân đoạn nên chia bằng nhau hoặc tương đương nhau nếu có thể để cho phép tổ chức được các dây chuyền đều nhịp.

-Ranh giới phân đoạn phù hợp với đặc điểm kiến trúc, kết cấu và công nghệ thi công.

- **Đợt thi công:** là sự phân chia theo chiều cao nếu công trình không thể thực hiện một lúc theo chiều cao. Trong trường hợp này, việc chia đợt là bắt buộc phải thực hiện vì khi công việc phát triển theo chiều cao, mặt bằng công tác chỉ được mở ra trong quá trình thực hiện chúng. Chỉ số của đợt thi công phụ thuộc tính chất công nghệ của quá trình và biện pháp tổ chức thi công.

c.) Thông số thời gian.

- **Nhịp của dây chuyền k_{ij} :** là khoảng thời gian hoạt động của dây chuyền i trên phân đoạn công tác j . Thông thường chọn nhịp của dây chuyền là bội số của đơn vị thời gian (ca, ngày, tuần, tháng...) để không làm lãng phí thời gian vào việc di chuyển, giao ca...Xác định:

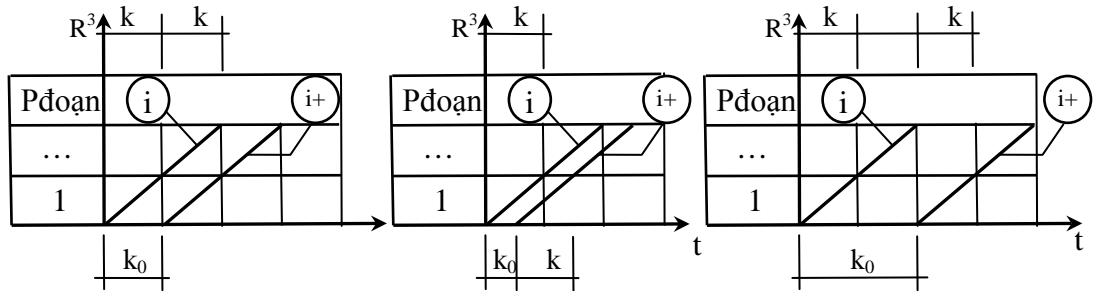
$$k_{ij} = \frac{P_{ij}}{\alpha_i \times N_i \times s_i} = \frac{P_{ij} \times a_i}{\alpha_i \times N_i}$$

Với N_i là nhân lực hay máy thực hiện dây chuyền i .

Modun chu kỳ k : là đại lượng đặc trưng cho mức độ lặp lại của quá trình sản xuất và dùng để xác định thời gian thực hiện của toàn bộ quá trình.

Thường nó là k_{ij} , nếu k_{ij} thay đổi trên các phân đoạn công tác thì moduyn chu kỳ là giá trị nhỏ nhất trong các giá trị đó, khi đó $k_{ij} = c_{ij} \times k$ (c_{ij} là hệ số nhịp bội).

- **Bước dây chuyền K_0** : biểu thị khoảng cách thời gian qua đó các tổ đội được ghép vào (bước vào) dây chuyền. Nó là khoảng thời gian kể từ bắt đầu vào phân đoạn 1 của hai dây chuyền bộ phận kế liền nhau, thường chọn là số nguyên của moduyn chu kỳ (các tổ thợ, tổ máy bắt đầu công việc vào đầu ca, ngày... làm việc). Khi xác định k_0 , một mặt phụ thuộc k , mặt khác phụ thuộc vào số lượng tổ thợ bố trí đồng thời trên một phân đoạn, xét 3 phương án:



- $k_0 = k$ là trường hợp bình thường khi quá trình trước kết thúc giải phóng mặt bằng thì bắt đầu quá trình tiếp theo (không có gián đoạn tổ chức).

- $k_0 < k$ quá trình trước chưa ra khỏi phân đoạn thì quá trình sau đã bắt đầu, nghĩa là cùng một thời điểm trên một phân đoạn có hai dây chuyền đang hoạt động. Trong trường hợp này dễ gây rối loạn sản xuất và mất an toàn do không đảm bảo mặt bằng công tác nên không cho phép (hoặc rất hạn chế).

- $k_0 > k$ quá trình trước kết thúc người ta không triển khai ngay quá trình sau do có gián đoạn tổ chức hoặc do sự phát triển không đều nhịp của các dây chuyền cạnh nhau, thường lấy $k_0 = c \times k$, c nguyên > 1 để hình thành những phân đoạn dự trữ.

- **Gián đoạn kỹ thuật**: là khoảng thời gian trên phân đoạn kể từ lúc kết thúc kết thúc quá trình trước cho đến lúc bắt đầu quá trình sau, nhằm đảm bảo chất lượng kỹ thuật của công việc, được quy định bởi bản chất công nghệ của quá trình, về giá trị nó được xác định trong các quy phạm thi công và không đổi trên mọi phân đoạn. Ví dụ thời gian chờ cho bê tông đạt cường độ để có thể tháo dỡ ván khuôn...
- **Gián đoạn tổ chức**: là gián đoạn do tổ chức sản xuất sinh ra, trên phân đoạn quá trình trước kết thúc giải phóng mặt bằng nhưng quá trình sau không bắt đầu ngay (vì để đảm bảo tính liên tục của các dây chuyền không đều nhịp). Gián đoạn kỹ thuật thường phải tuân thủ vì đây là quy trình, quy phạm; còn với gián đoạn tổ chức ta có thể khắc phục được vì đây là phía chủ quan của người tổ chức, yêu cầu phải tối thiểu.

3.4.2 Các quy luật cơ bản của dây chuyền xây dựng.

Là mối liên hệ logic giữa các thông số của nó, quyết định sự phát triển của dây chuyền trong không gian và theo thời gian. Thường biểu diễn dưới dạng quy luật thời gian, trong đó thời gian của dây chuyền: $T = f(m, n, k, \dots)$.

Với dây chuyền bộ phận: $T = mk$ hoặc $T = \sum_{j=1}^m k_j$.

Với dây chuyền kỹ thuật: $T = (m + n - 1)k + \sum t_{cn}$.

Trong quy luật cơ bản của dây chuyền xây dựng, thông số moduyn chu kỳ k có ảnh hưởng nhiều nhất đến thời hạn dây chuyền, do đó để giảm T cần phải giảm k.

- Giới hạn của sự giảm bớt này là giá trị mà ứng với nó mặt bằng công tác cho phép bố trí thuận tiện một số lượng công nhân tối đa nhưng vẫn phù hợp với điều kiện sản xuất $k_{\min}=1$ ca công tác (bình thường), $k_{\min}=0,5$ ca công tác (hỗn hũ), không nên lấy $k < 0,5$ ca vì như vậy sẽ lãng phí thời gian để di chuyển từ phân đoạn này sang phân đoạn khác trong giờ làm việc.
- Các biện pháp giảm k.
 - Tăng n: phân chia một cách chi tiết quá trình sản xuất thành các quá trình đơn giản ít phức tạp về mặt kỹ thuật và phù hợp với biện pháp thi công.
 - Tăng m: phân nhỏ mặt bằng công tác.
 - Tăng R: nhưng phải đảm bảo không gian hoạt động và điều kiện an toàn.

3.4.3 Phân loại dây chuyền xây dựng.

a.) Theo cơ cấu (đối tượng).

- **Dây chuyền bộ phận** (dây chuyền đơn hay dây chuyền thành phần): đối tượng của nó là các quá trình đơn giản.
- **Dây chuyền chuyên môn hóa** (dây chuyền kỹ thuật): đối tượng là các quá trình phức tạp bao gồm 1 số dây chuyền bộ phận mà sản phẩm của chúng là các bộ phận kết cấu giống nhau của 1 hay nhiều công trình nằm trong 1 dạng công tác chung.
- **Dây chuyền công trình**: gồm những nhóm dây chuyền chuyên môn hóa và một số dây chuyền đơn mà sản phẩm của chúng là 1 công trình hoàn chỉnh.
- **Dây chuyền liên hợp**: là sự kết hợp các dây chuyền công trình để tạo ra 1 liên hợp công trình.

b.) Theo tính chất nhịp nhàng của dây chuyền.

- **Dây chuyền nhịp nhàng** (đều nhịp): là dây chuyền có nhịp công tác không thay đổi trên tất cả các phân đoạn công tác: $k_{ij} = const, \forall ij$.
- **Dây chuyền nhịp biến**: là dây chuyền có nhịp công tác thay đổi trên các phân đoạn công tác $k_{ij} \neq const, \forall ij \dots$

3.4.4 Tổ chức dây chuyền bộ phận (dây chuyền đơn).

Nội dung cơ bản gồm:

- Phân chia phân đoạn công tác (m) và tính khối lượng công việc tương ứng trên tất cả các phân đoạn (P_j).

Việc phân chia phân đoạn công tác dựa vào việc phân tích đặc điểm của công trình (kiến trúc, kết cấu, công nghệ thi công...), về kỹ thuật phải đảm bảo tính khả thi, về tổ chức phải đảm bảo khối lượng để việc thực hiện thuận lợi và có năng suất. Cố gắng phân chia phân đoạn đều nhau để dễ tổ chức.

- Chọn biện pháp thi công quá trình mà nội dung chủ yếu là chọn cơ cấu thành phần tổ thợ, tổ máy để thực hiện quá trình đó (chọn N, a hoặc s).

Tính nhịp công tác của quá trình: $k_j = \frac{P_j \times a}{\alpha \times N} = \frac{P_j}{\alpha \times N \times s}$.

-Nếu $k_j = const, \forall j$ thì ta có dây chuyền đơn nhịp hằng.

-Nếu $k_j \neq const, \forall j$ thì ta có dây chuyền đơn nhịp biến đổi.

-Quá trình thường phải thực hiện vòng lặp để đạt kết quả tốt. Nếu đã sử dụng hệ số α mà k_j vẫn không chẵn ca, ngày...thì phải thực hiện lại các bước trên: hoặc thay đổi lại cơ cấu tổ thợ, tổ máy (thay đổi N, a hoặc s) hoặc chia lại phân đoạn công tác.

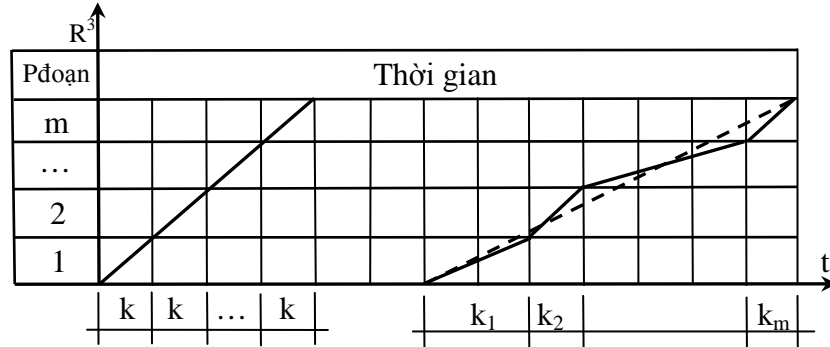
- Tính thời gian của dây chuyền bộ phận, phụ thuộc vào k_j .

-Với dây chuyền bộ phận có nhịp hằng: $T = m \times k$.

-Với dây chuyền bộ phận có nhịp biến: $T = \sum_{j=1}^m k_j$.

-Cường độ dây chuyền trong cả hai trường hợp: $i = \frac{P}{T} = \frac{P}{\sum k_j} = \alpha \times s \times N = const$.

- Vẽ biểu đồ chu trình, như hình vẽ 3-4.



Hình 3-4 Biểu đồ chu trình dây chuyền bộ phận.

- Dây chuyền tương đương: là dây chuyền đều nhịp có cùng chỉ số T và i với dây chuyền ban đầu, có được là nhờ giả sử khối lượng được phân bổ đều trên trên các phân đoạn. Trên biểu đồ biểu thị bằng nét đứt.

3.4.5 Tổ chức dây chuyền chuyên môn hóa (dây chuyền kỹ thuật).

3.4.5.1 Dây chuyền chuyên môn hóa của các quá trình theo tuyến.

a.) Dây chuyền nhịp nhàng.

- Đặc trưng của dây chuyền nhịp nhàng là nhịp công tác của tất cả các dây chuyền bộ phận không đổi và bằng nhau $k_{ij} = const, \forall ij$. Thiết kế dây chuyền bộ phận như nội dung 3.4.4 với lưu ý ranh giới phân đoạn cố định cho mọi quá trình thành phần.

Ta có
$$k_{ij} = \frac{P_{ij} \times a_i}{\alpha_i \times N_i} = \frac{P_i \times a_i}{\alpha_i \times N_i \times m} = const$$

Để nhịp công tác của dây chuyền $k_{ij} = const, \forall ij$, trong đó P_{ij} khác nhau với các dây chuyền bộ phận nên buộc phải thay đổi các thông số (N_i, a_i, α_i) :

-Nếu sự khác biệt đó dưới 20% ta cũng có thể xem như bằng nhau vì ta có thể tăng giảm năng suất để nhịp không đổi (sử dụng hệ số α).

-Thay đổi N_i là thay đổi số công nhân hoặc máy thi công trong tổ đội, khi thay đổi cần chú ý đảm bảo tính khả thi về kỹ thuật thực hiện quá trình và mặt bằng công tác.

-Thay đổi a_i (hoặc s_i) là thay đổi bậc thợ, loại máy, điều kiện làm việc..., khi thay đổi cần chú ý đảm bảo sự phù hợp giữa yêu cầu kỹ thuật với tay nghề công nhân và đặc tính kỹ thuật máy. Quá trình có thể thực hiện theo vòng lặp để đạt được kết quả tốt nhất.

Sau đó chọn $k_0=k$, nghĩa là các tổ thợ chuyên môn lần lượt tham gia vào dây chuyền sau những khoảng thời gian bằng nhau và bằng moduyn chu kỳ, và nhịp nhàng dịch chuyển từ phân đoạn này sang phân đoạn khác.

- Tính thời gian của dây chuyền.

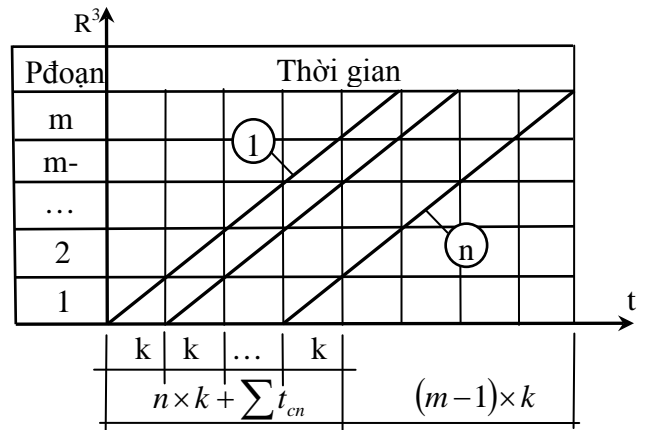
Khi không có gián đoạn công nghệ: $T = (m + n - 1)k$.

Khi có gián đoạn công nghệ: $T = (m + n - 1)k + \sum t_{cn}$.

- Vẽ biểu đồ chu trình, hình vẽ 3-5.
- Nếu ấn định trước thời hạn của dây chuyền T thì ta có thể tính được số lượng phân đoạn cần thiết từ hai công thức trên:

$$m = \frac{T - \sum t_{cn}}{k} - n + 1.$$

Hình 3-5 Biểu đồ chu trình dây chuyền nhịp nhàng.

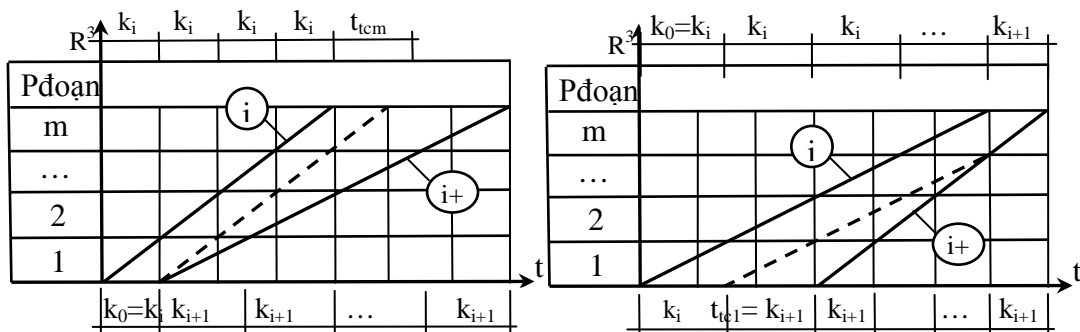


b.) Dây chuyền khác nhịp.

Nhịp của các dây chuyền bộ phận không đổi, nhịp của các dây chuyền bộ phận khác nhau thì khác nhau. Nguyên nhân là do người ta buộc phải giữ nguyên một vài cơ cấu tổ thợ, tổ máy nào đó nên tốc độ các dây chuyền không thể bằng nhau. Do đó tính nhịp nhàng của sản xuất khác đi và xuất hiện các gián đoạn sản xuất (gián đoạn tổ chức).

Việc xác định thời gian của dây chuyền chuyên môn hóa có thể là **phương pháp đồ họa hoặc phương pháp giải tích**. Nguyên tắc chung của cả hai phương pháp này là xác định “**vị trí ghép sát**” giữa từng cặp dây chuyền bộ phận để giảm các gián đoạn tổ chức và làm cho dây chuyền chuyên môn hóa ngắn nhất. Vị trí ghép sát là vị trí mà ở đó quá trình trước kết thúc thì quá trình sau bắt đầu ngay không có gián đoạn tổ chức với điều kiện tôn trọng tính liên tục của từng dây chuyền bộ phận.

Với dây chuyền khác nhịp theo phương pháp giải tích, xác định vị trí ghép sát bằng cách thiết lập mối liên hệ đầu cuối giữa các dây chuyền bộ phận.



Hình 3-6 Dây chuyền khác nhịp.

- **Mối liên hệ đầu:** Xác lập khi nhịp của dây chuyền bộ phận trước nhỏ hơn nhịp của dây chuyền bộ phận sau $k_i < k_{i+1}$ (hình 3-6a). Trong trường hợp này ta thấy quá trình trước k_i ghép sát quá trình sau k_{i+1} tại phân đoạn 1 (tức $k_0 = k_i$), lúc này ở các phân đoạn sau, gián đoạn giữa kết thúc i và bắt đầu i+1 ngày càng tăng dần: Ở $j=2$ $t_{tc2} = k_{i+1} - k_i$

$$\dots \text{ Ở } j=m \quad t_{tcm} = (m-1)(k_{i+1}-k_i)=\max$$

- **Mối liên hệ cuối:** Xác lập khi nhịp của dây chuyền bộ phận trước lớn hơn nhịp của dây chuyền bộ phận sau $k_i > k_{i+1}$ (hình 3-6b). Trong trường hợp này ta thấy quá trình trước k_i ghép sát quá trình sau k_{i+1} tại phân đoạn cuối cùng m , lúc này gián đoạn giữa kết thúc i và bắt đầu $i+1$ có giá trị lớn nhất tại phân đoạn 1:

$$\text{Ở } j=1 \quad t_{tc1} = (m-1)(k_i-k_{i+1})=\max$$

- **Tính thời gian của chu trình:**

-Khái niệm bước dây chuyền thường được thay bằng khái niệm “**giãn cách**” về thời gian và được ký hiệu là O_{ij} là **khoảng vượt trước của dây chuyền i so với dây chuyền $i+1$ tại phân đoạn j** . Ở phân đoạn 1 ta có O_{i1} .

Thời gian của dây chuyền:
$$T = \sum_1^{n-1} O_{i1} + t_n.$$

Trong đó $\sum_1^{n-1} O_{i1}$ tổng các giãn cách trên phân đoạn đầu tiên giữa các cặp dây chuyền bộ phận từ dây chuyền bộ phận đầu tiên đến dây chuyền bộ phận cuối cùng và t_n là thời gian thực hiện dây chuyền bộ phận cuối cùng.

-Viết lại giãn cách O_{i1} cho các mối liên hệ đầu, cuối:

Mối liên hệ đầu $k_i < k_{i+1}$: $O_{i1} = k_i$

Mối liên hệ cuối $k_i > k_{i+1}$: $O_{i1} = k_i + t_{tc1} = k_i + (m-1)(k_i - k_{i+1})$

Viết gộp lại: $O_{i1} = k_i + (m-1)(k_i - k_{i+1})$

Hay $O_{i1} = k_i + (m-1)(k_i - k_{i+1}) + t_{cn}$ (1)

Trong đó hiệu $(k_i - k_{i+1})$ chỉ lấy khi nó dương, t_{cn} là gián đoạn công nghệ nếu có giữa dây chuyền i và $i+1$.

-Khi đó tổng giãn cách trên phân đoạn đầu tiên có kể đến gián đoạn công nghệ nếu có giữa các cặp dây chuyền bộ phận :

$$\sum_1^{n-1} O_{i1} = \sum k_i + (m-1) \sum (k_i - k_{i+1}) - k_n + \sum t_{cn} \quad (2)$$

-Và thời gian của dây chuyền:

$$T = \sum k_i + (m-1) \left[\sum (k_i - k_{i+1}) + k_n \right] + \sum t_{cn} \quad (3)$$

Trong các công thức (1), (2) và (3) hiệu $(k_i - k_{i+1})$ chỉ lấy khi nó dương.

Ví dụ: Tính dây chuyền có các thông số như sau: $m=6$; $n=3$; $k_1=1$, $k_2=3$, $k_3=2$ và $t_{cn2/3}=1$.

Từ số liệu có được, xác định đây là dây chuyền chuyên môn hóa khác nhịp. Có thể xác định bằng phương pháp đồ họa hay giải tích. Theo phương pháp giải tích, xác định vị trí dây chuyền bộ phận trên phân đoạn 1 O_{i1} theo công thức (1).

$$O_{11} = 1 + (6-1)(1-3) + 0 = 1$$

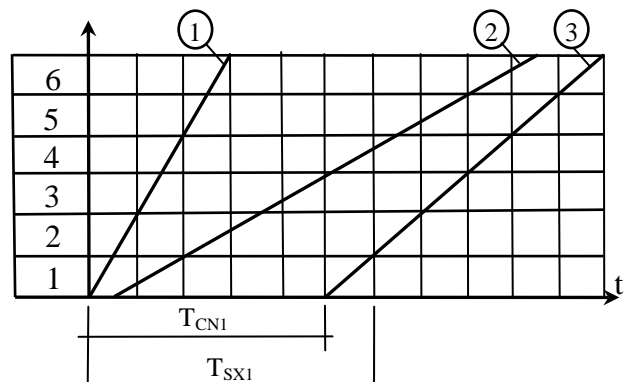
$$O_{21} = 3 + (6-1)(3-2) + 1 = 9$$

Biểu đồ chu trình như hình vẽ. Và thời gian của dây chuyền chuyên theo (3).

$$T = (1+3+2) + (6-1)[(1-3) + (3-2) + 2] + 1 = 22$$

- Trong công thức (3) thì đại lượng

$$T_{sxl} = \sum k_i + (m-1) \sum (k_i - k_{i+1}) + \sum t_{cn}$$



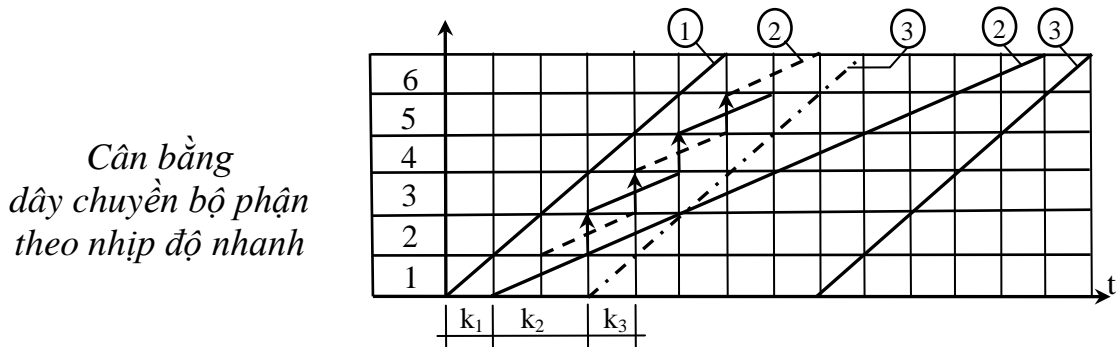
gọi là **chu kỳ sản xuất** ở phân đoạn 1, là khoảng thời gian cho ra sản phẩm đầu tiên ở phân đoạn 1. Và đại lượng $T_{cn1} = \sum k_i - k_n + (m-1)\sum (k_i - k_{i+1}) + \sum t_{cn}$ gọi là **chu kỳ công nghệ**, là khoảng thời gian mà tất cả các dây chuyền bộ phận tham gia vào dây chuyền sản xuất ở phân đoạn 1.

c.) Dây chuyền nhịp bội.

Nhịp của các dây chuyền bộ phận không đổi, nhịp của các dây chuyền bộ phận khác nhau thì khác nhau, nhưng sự khác nhau đó tuân theo quy luật bội số (chỉ xét bội 2 hoặc 3). Khi đó để đảm bảo tính nhịp nhàng của sản xuất, người ta sử dụng biện pháp cân bằng nhịp. Có hai phương pháp cân bằng.

- **Cân bằng nhanh:** đưa tất cả các dây chuyền bộ phận về nhịp độ chung nhanh bằng cách trên dây chuyền bộ phận có nhịp bội số người ta tổ chức thêm một số tổ thi công song song trên các phân đoạn cách quãng. Số lượng tổ thợ bố trí lấy bằng hệ số bội tương ứng.

Ví dụ: Cho dây chuyền cmh có 3 dây chuyền bộ phận $k_1=k$, $k_2=2k$, $k_3=k$. Ta thấy dây chuyền thứ 2 có nhịp là bội 2 so với dây chuyền 1 và 3. Để cân bằng nhanh, ở dây chuyền bộ phận thứ 2, thay cho một dây chuyền có nhịp $2k$, ta tổ chức 2 dây chuyền bộ phận song song cũng có nhịp $2k$ nhưng mỗi dây chuyền chỉ bao gồm một nửa số phân đoạn. Một dây chuyền tiến hành trên các phân đoạn 1,3,5 ; dây chuyền thứ 2 trên các phân đoạn 2,4,6.



Thời hạn của dây chuyền tính trực tiếp trên biểu đồ hoặc có thể tính theo công

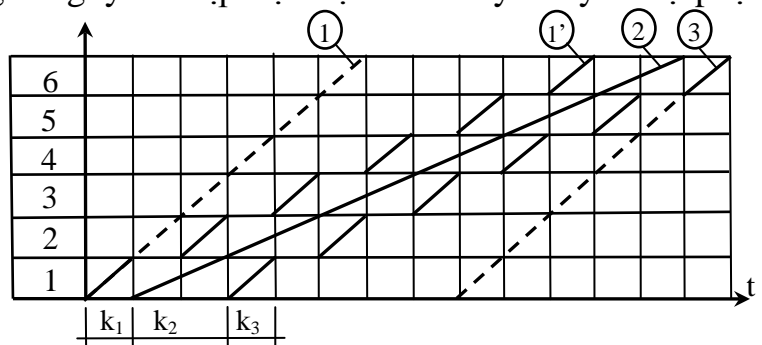
thức:
$$T = \left(m + n - 1 + \sum_1^{n_0} C_i - n_0 \right) \times k + \sum t = [6 + 3 - 1 + (2) - 1] \times k + 0 = 9k.$$

Với C_i hệ số bội của dây chuyền bộ phận thứ i , n_0 số dây chuyền có nhịp bội. Nhược điểm của phương pháp này là yêu cầu lượng tài nguyên cao hơn so với ban đầu sau khi cân bằng nhưng thời hạn hoàn thành được rút ngắn hơn.

- **Cân bằng chậm:** khi số lượng tài nguyên bị hạn chế và không yêu cầu rút ngắn về thời gian thì người ta đưa tất cả các dây chuyền bộ phận về nhịp điệu chung chậm. Lúc này các dây chuyền bộ phận nhanh buộc phải thực hiện với các gián đoạn (gđtc).

Ví dụ: lấy lại ví dụ trên, giữ nguyên nhịp độ chậm của dây chuyền bộ phận thứ 2, đưa các dây chuyền bộ phận nhanh 1 và 3 về nhịp điệu chung chậm thì

*Cân bằng
dây chuyền bộ phận
theo nhịp độ chậm*



dây chuyền bộ phận nhanh sẽ thực hiện có gián đoạn thể hiện bằng các đường nét đứt trên hình vẽ.

Nhược điểm của phương pháp này là vi phạm nguyên tắc liên tục của sản xuất, tuy nhiên có thể khắc phục được khi tổ chức các dây chuyền theo ca (dây chuyền bộ phận chậm sẽ được tổ chức 2 hoặc 3 ca theo hệ số bội là 2 hay 3, lúc đó dây chuyền bộ phận nhanh sẽ thực hiện chế độ 1ca/ngày) hoặc tổ chức những dây chuyền chuyên môn hóa song song (thực hiện khi khối lượng công việc đáng kể và thời hạn hoàn thành ngắn).

Thời hạn của dây chuyền tính trực tiếp trên biểu đồ hoặc có thể tính theo công

$$\text{thức: } T = \left[(m-1) \times C_{i_{\max}} + \sum_{i=1}^n C_i \right] \times k + \sum t_{cn} = [(6-1) \times 2 + (1+2+1)] \times k + 0 = 14k .$$

Với $C_{i_{\max}}$ là hệ số bội của dây chuyền bộ phận chậm nhất.

d.) Dây chuyền nhịp biến.

Khi xây dựng công trình có hình dáng mặt bằng phức tạp, nhiều cao trình khác nhau, sử dụng nhiều dạng kết cấu khác nhau... dẫn đến việc phân bổ khối lượng công việc thường không đều trên các phân đoạn và vì vậy mà phải tổ chức dây chuyền không nhịp nhàng.

Đặc trưng của dây chuyền nhịp biến là nhịp công tác của các dây chuyền bộ phận trên các phân đoạn thay đổi không theo quy luật nào cả. Để tổ chức loại dây chuyền này không thể chỉ phối hợp các dây chuyền bộ phận bằng mối liên hệ đầu cuối mà nó cần phải được thiết lập trên mọi phân đoạn.

Để giảm thời gian của dây chuyền cần phải ghép sát các dây chuyền bộ phận tối đa, bằng cách xác định vị trí tới hạn hay khoảng ghép sát tới hạn giữa chúng. Khoảng ghép sát tới hạn giữa 2 dây chuyền bộ phận sẽ ở tại phân đoạn j nào đó mà tại đó quá trình trước kết thúc giải phóng mặt bằng thì quá trình sau bắt đầu ngay không có gián đoạn tổ chức với điều kiện quá trình thực hiện 2 dây chuyền bộ phận đó phải diễn ra bình thường trên các phân đoạn còn lại.

Có nhiều phương pháp tính dây chuyền này như phương pháp đồ họa, phương pháp giải tích... ở đây xét phương pháp bảng ma trận Galkin.

- Lập một bảng tính với các cột tương ứng với các quá trình thành phần, ký hiệu $i = 1 \div n$; các hàng tương ứng với các đoạn công tác, ký hiệu $j = 1 \div m$. Trong mỗi ô của bảng ghi các thông số sau: ở giữa ghi k_{ij} là thời gian thực hiện quá trình trên đoạn công tác đang xét, góc trên bên trái ghi thời điểm bắt đầu t_{ij}^{bd} , góc dưới bên phải ghi thời điểm kết thúc $t_{ij}^{kt} = t_{ij}^{bd} + k_{ij}$, ở giữa cột đứng bên phải ghi gián đoạn tổ chức nếu có $t_{gdtc}^{i,i+1(j)} = t_{i+1,j}^{bd} - t_{ij}^{kt}$.

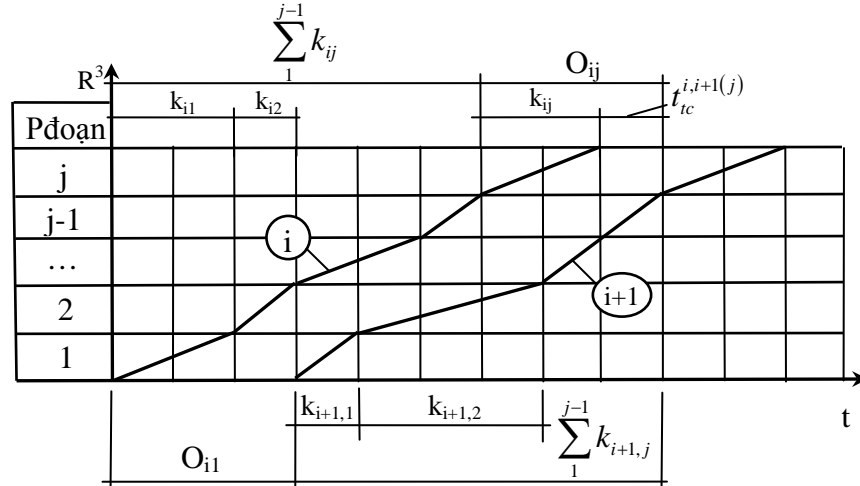
	i	i+1
j	t_{ij}^{bd} k_{ij} t_{ij}^{kt}	$t_{i+1,j}^{bd}$ $t_{gdtc}^{i,i+1} = t_{i+1,j}^{bd} - t_{ij}^{kt}$
j+1	$t_{i,j+1}^{bd}$	

- Quá trình tính toán dựa trên 2 nguyên tắc phối hợp:
 - Các quá trình thành phần phải diễn ra liên tục từ lúc bắt đầu dây chuyền đến lúc ra khỏi dây chuyền, thể hiện : $t_{i,j+1}^{bd} = t_{ij}^{kt}$.

-Các quá trình thành phần không chồng chéo, cản trở nhau $t_{i+1,j}^{bd} \geq t_{ij}^{kt}$ hay:

$$t_{gdtc}^{i,i+1(j)} = t_{i+1,j}^{bd} - t_{ij}^{kt} \geq 0$$

- Thiết lập cách tính toán: xét biểu đồ chu trình tổng quát như hình vẽ 3-7.



Hình 3-7 Dây chuyền nhịp biến.

Từ biểu đồ chu trình, thiết lập phương trình cân bằng:

$$O_{i1} + \sum_1^{j-1} k_{i+1,j} = \sum_1^{j-1} k_{ij} + O_{ij} \quad \text{mà} \quad O_{ij} = k_{ij} + t_{ycj}$$

Nên

$$O_{i1} + \sum_1^{j-1} k_{i+1,j} = \sum_1^j k_{ij} + t_{tcj}$$

$$O_{i1} = \left[\sum_1^j k_{ij} - \sum_1^{j-1} k_{i+1,j} \right] + t_{tcj}$$

Giả sử rằng dây chuyền bộ phận i và i+1 sẽ ghép sát với nhau tại phân đoạn j, lúc đó theo nguyên tắc ghép sát $t_{tcj} = 0$ và tương ứng với nó thì $O_{i1} \rightarrow O_{i1}^{\min}$.

Để các dây chuyền bộ phận thực hiện liên tục không chờ đợi nhau thì:

$$O_{i1}^{\min} = \max \left[\sum_1^j k_{ij} - \sum_1^{j-1} k_{i+1,j} \right]$$

Nếu giữa hai dây chuyền có gián đoạn công nghệ thì:

$$O_{i1}^{\min} = \max \left[\sum_1^j k_{ij} - \sum_1^{j-1} k_{i+1,j} \right] + t_{cn}$$

Và thời hạn của dây chuyền sẽ là: $T = \sum_1^{n-1} O_{i1} + t_n$.

Ví dụ: tính toán dây chuyền chuyên môn hóa với các số liệu sau, cho $t_{cn3-4}=1$

	DChuyên	1	2	3	4
PĐo	1	2	4	2	2
	2	3	2	4	1
	3	1	2	3	2
	4	1	1	1	4

Giải:

- Đây là dây chuyền chuyên môn hóa nhịp biến theo tuyến.
- Để tính O_{i1} , cộng dồn thời gian thực hiện mỗi quá trình thành phần từ lúc bắt đầu vào dây chuyền cho đến lúc kết thúc (bảng 1), xét từng cặp dây chuyền bộ phận cạnh nhau trên từng phân đoạn công tác để tính O_{i1} (bảng 2).

Bảng 1 ($\sum_1^j k_{ij}$)

	1	2	3	4
1	2	4	2	2
2	5	6	6	3
3	6	8	9	5
4	7	9	10	9
T _i	7	9	10	9

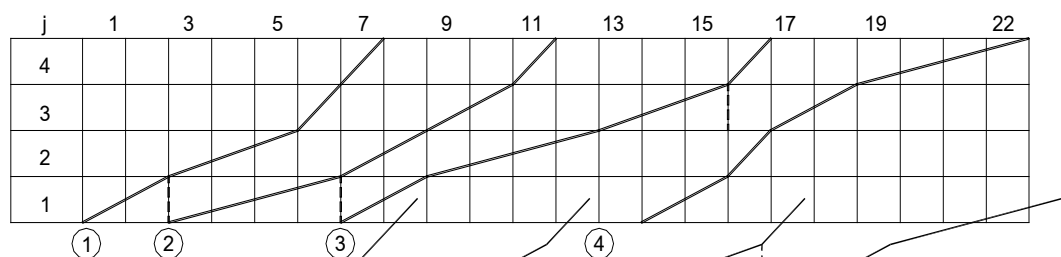
Bảng 2 (O_{il})

	1-2	2-3	3-4
1	2	4	2
2	1	4	4
3	0	2	6
4	-1	0	5
max	2	4	6
t _{cn}	0	0	1
O _{il}	2	4	7

- Lập bảng ma trận Galkin, dây chuyền đầu tiên cho bắt đầu ở thời điểm 0, thời điểm bắt đầu các dây chuyền tiếp theo xác định theo giá trị O_{il} vừa tính được. Lưu ý giữa dây chuyền 3 và 4 có $t_{cn3-4}=1$.

	1	2	3	4
1	0 2 2	2 4 6	6 2 8	13 5 2 15
2	2 3 5	6 1 2 8	8 4 12	15 3 1 16
3	5 1 6	8 2 2 10	12 2 3 15	16 1 2 18
4	6 1 7	10 3 1 11	15 4 1 16	18 2 4 22
T _i	7	9	10	9

- Vẽ biểu đồ chu trình và tính thời gian: $T = \sum_1^{n-1} O_{il} + t_n = (2+4+7)+9 = 22$



3.4.5.2 Dây chuyền chuyên môn hóa của các quá trình theo đợt.

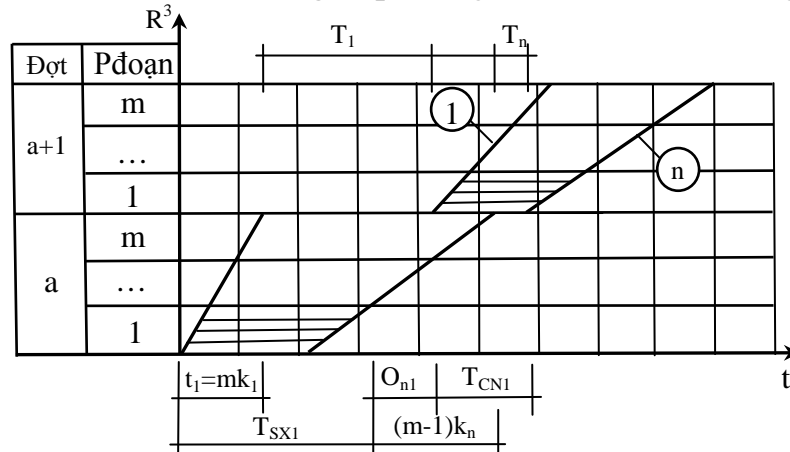
Đối với các công trình thi công theo đợt, khi dây chuyền chuyên môn hóa chuyển từ đợt nay sang đợt kia sẽ có một khoảng gián đoạn nào đó. Gián đoạn này có nguyên nhân từ 2 điều kiện sau:

- Phải đảm bảo yêu cầu về trình tự công nghệ, nghĩa là thời điểm bắt đầu một chu kỳ sản xuất ở phân đoạn bất kỳ ở đợt trên không được sớm hơn thời điểm kết thúc ở phân đoạn dưới tương ứng.
- Yêu cầu về sử dụng các tổ thợ chuyên môn: giữ vững thành phần và cơ cấu tổ thợ chuyên môn để thi công trên tất cả các đợt của công trình đó, nghĩa là đối với một quá trình thành phần, thời điểm bắt đầu của nó ở đợt trên không được sớm hơn thời điểm kết thúc của nó ở đợt dưới.

Sự tồn tại các gián đoạn khi chuyển đợt trong các quá trình thành phần là đặc trưng của tổ chức dây chuyền các quá trình theo đợt.

a.) Dây chuyền khác nhịp.

Tính cho hai đợt bất kỳ liên tiếp nhau $a, a+1$, do sự phối hợp chặt chẽ của các dây chuyền trong từng đợt nên ta chỉ cần xác định gián đoạn khi chuyển đợt của các dây chuyền bộ phận ở biên. Xét trường hợp đơn giản khi các đợt đều giống nhau.



Hình 3-8 Dây chuyền khác nhịp theo đợt.

- **Tìm T_1 :** Từ biểu đồ chu trình như hình vẽ 3-8, ta có:

$$t_1 + T_1 = T_{sx1} + O_{n1}$$

Hay

$$T_1 = T_{sx1} + O_{n1} - t_1$$

- Với $\left\{ \begin{array}{l} T_{sx1} = \sum k_i + (m-1)\sum (k_i - k_{i+1}) + \sum t_{cn} \quad (\text{phần 3.4.5.1, mục b: dc khác nhịp}) \\ t_1 = m \times k_1 : \text{thời gian của dây chuyền thứ 1 trên đợt 1.} \\ O_{n1} = (m-1)(k_n - k_1) + t_{cn-n1} : \text{gián đoạn tổ chức khi ghép sát dây chuyền n} \\ \text{đợt dưới và dây chuyền 1 đợt trên, xác định như ghép sát dây chuyền} \\ \text{khác nhịp. Và } t_{cn-n1} \text{ là gián đoạn công nghệ nếu có giữa dây chuyền 1 đợt} \\ \text{trên với bất kỳ dây chuyền nào ở đợt dưới.} \end{array} \right.$

Suy ra
$$T_1 = \sum k_i - m \times k_1 + (m-1)\left[\sum (k_i - k_{i+1}) + (k_n - k_1)\right] + \sum t_{cn} + t_{cn-n1}$$

- **Tìm T_n :** Cũng từ biểu đồ chu trình, ta có:

$$(m-1) \times k_n + T_n = O_{n1} + T_{cn1}$$

Với
$$T_{cn1} = \sum k_i - k_n + (m-1)\sum (k_i - k_{i+1}) + \sum t_{cn} \quad (\text{phần 3.4.5.1, mục b})$$

Suy ra
$$T_n = \sum k_i - m \times k_n + (m-1)\left[\sum (k_i - k_{i+1}) + (k_n - k_1)\right] + \sum t_{cn} + t_{cn-n1}$$

Chú ý: khi tính T_1, T_n chỉ lấy $(k_i - k_{i+1}) > 0$ và $(k_n - k_1) > 0$.

- Sau khi tính giá trị gián đoạn biên, ta cũng tính được gián đoạn khi chuyển đợt của dây chuyền bộ phận bất kỳ.

$$T_{i+1} = T_i + (m-1)(k_i - k_{i+1}) + t_{cn-i,i+1}$$

- Giá trị gián đoạn khi chuyển đợt T_1, T_i, T_n có thể $>0, =0$ hay <0 . Khi trị số này <0 nghĩa là mặt bằng công tác ở đợt trên đã có nhưng lực lượng ở đợt dưới chưa chuyển lên. Vì thường dùng 1 tổ thợ để thực hiện một dây chuyền bộ phận trên tất cả các đợt nên yêu cầu trị số này ≥ 0 .

Xác định gián đoạn khi chuyển đợt theo kế hoạch khi dùng 1 tổ thợ thi công quá trình thành phần trên tất cả các đợt T_1^p, T_n^p (các giá trị trong dấu tuyệt đối chỉ có khi nó âm):

$$T_1^p = T_1 + |T_1| + |T_n| \quad \text{và} \quad T_n^p = T_n + |T_1| + |T_n|$$

Với dây chuyền nhịp nhàng ($k_{ij} = const, \forall ij$): $T_1 = T_i = T_n$

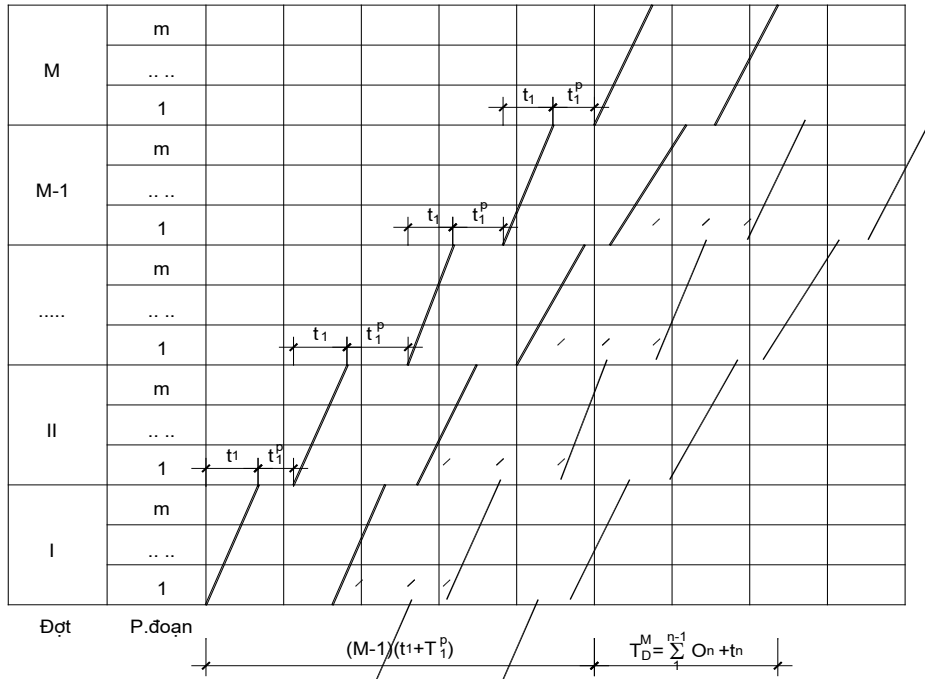
$$T_1 = \sum k_i + \sum t_{cn} - m \times k_1 + t_{cn-nl} = nk - mk + \sum t_{cn} + t_{cn-nl}$$

Chọn số phân đoạn trong từng đợt m sao cho các dây chuyền bộ phận là liên tục (không có gián đoạn khi chuyển đợt), $T_1=0$. Suy ra:

$$m = n + (\sum t_{cn} + t_{cn-nl}) / k$$

- Vẽ biểu đồ chu trình và tính thời hạn của dây chuyền chuyên môn hóa quá trình theo đợt (có M đợt giống nhau).

$$T = (M - 1)(t_1 + T_1^p) + \sum_1^{n-1} O_{i1} + t_n = (M - 1)(t_1 + T_1^p) + T_D$$



Ví dụ: Tính dây chuyền chuyên môn hóa theo đợt với các số liệu sau:

$$M=2, m=4, n=3, k_1=1, k_2=3, k_3=2, t_{cn3/2}=2$$

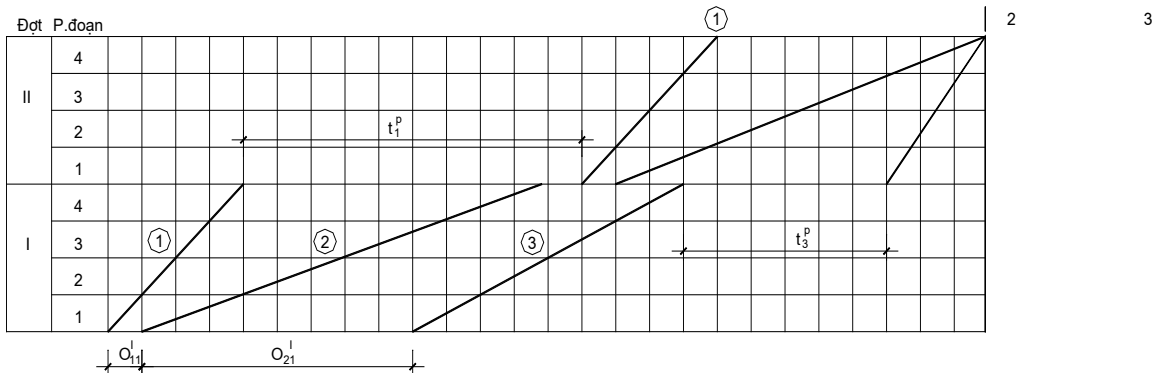
Giải:

- Đây là dây chuyền chuyên môn hóa khác nhịp theo đợt, với các đợt đều giống nhau. Do đó chỉ cần tính cho một đợt, sau đó tính gián đoạn khi chuyển đợt.

- Tính toán cho từng đợt: $O_{i1} = k_i + (m - 1)(k_i - k_{i+1}) + t_{cn}$

$$O_{11} = 1 + (4 - 1)(1 - 3) + 0 = 1$$

$$O_{21} = 3 + (4 - 1)(3 - 2) + 2 = 8 \quad \text{suy ra} \quad T_D^1 = (1 + 8) + 4 \times 2 = 17$$



- Tính các gián đoạn khi chuyển đợt T_1, T_n .

$$\begin{aligned} T_1 &= \sum k_i - m \times k_1 + (m - 1)[\sum (k_i - k_{i+1}) + (k_n - k_1)] + \sum t_{cn} + t_{cn-nl} \\ &= (1 + 3 + 2) - 4 \times 1 + (4 - 1)[(1 - 3) + (3 - 2) + (2 - 1)] + 2 + 0 = 10 > 0. \end{aligned}$$

$$T_n = \sum k_i - m \times k_n + (m-1) \left[\sum (k_i - k_{i+1}) + (k_n - k_1) \right] + \sum t_{cn} + t_{cn-n1}$$

$$= (1+3+2) - 4 \times 2 + (4-1) [(1-3) + (3-2) + (2-1)] + 2 + 0 = 6 > 0$$

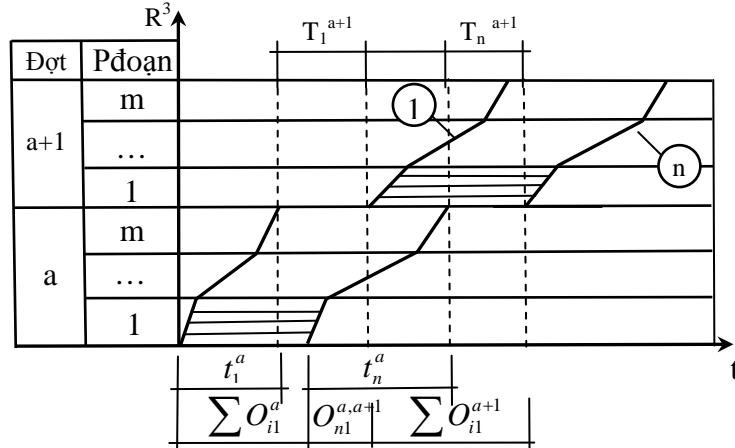
Suy ra $T_1^p = 10$, $T_3^p = 6$

- Vẽ biểu đồ chu trình và tính thời hạn dây chuyền:

$$T = (M-1)(t_1 + T_1^p) + \sum_1^{n-1} O_{i1} + t_n = (2-1)(4 \times 1 + 10) + (1+8) + 4 \times 2 = 31.$$

b.) Dây chuyền nhịp biến.

Tương tự dây chuyền khác nhịp khi chuyển đợt, ta cũng đi xác định gián đoạn khi chuyển đợt của các dây chuyền bộ phận. Ở đây ta chỉ cần xác định T_1^{a+1} , T_n^{a+1} .



Hình 3-9 Dây chuyền nhịp biến theo đợt.

- **Tính T_1^{a+1}** : Từ biểu đồ chu trình

$$t_1^a + T_1^{a+1} = \sum_1^{n-1} O_{i1}^a + O_{n1}^{a,a+1}$$

Với $O_{n1}^{a,a+1}$ là gián cách lúc vào phân đoạn 1 giữa dây chuyền 1 đợt trên và dây chuyền n đợt dưới, xác định như khi ghép sát dây chuyền nhịp biến.

$$O_{n1}^{a,a+1} = \max \left[\sum_1^j k_{nj}^a - \sum_1^{j-1} k_{1j}^{a+1} \right] + t_{cn-n1}$$

Suy ra
$$T_1^{a+1} = \sum_1^{n-1} O_{i1}^a + O_{n1}^{a,a+1} - t_1^a$$

- **Tính T_n^{a+1}** : Từ biểu đồ chu trình:

$$t_n^a + T_n^{a+1} = O_{n1}^{a,a+1} + \sum_1^{n-1} O_{i1}^{a+1}$$

Suy ra
$$T_n^{a+1} = \sum_1^{n-1} O_{i1}^{a+1} + O_{n1}^{a,a+1} - t_n^a$$

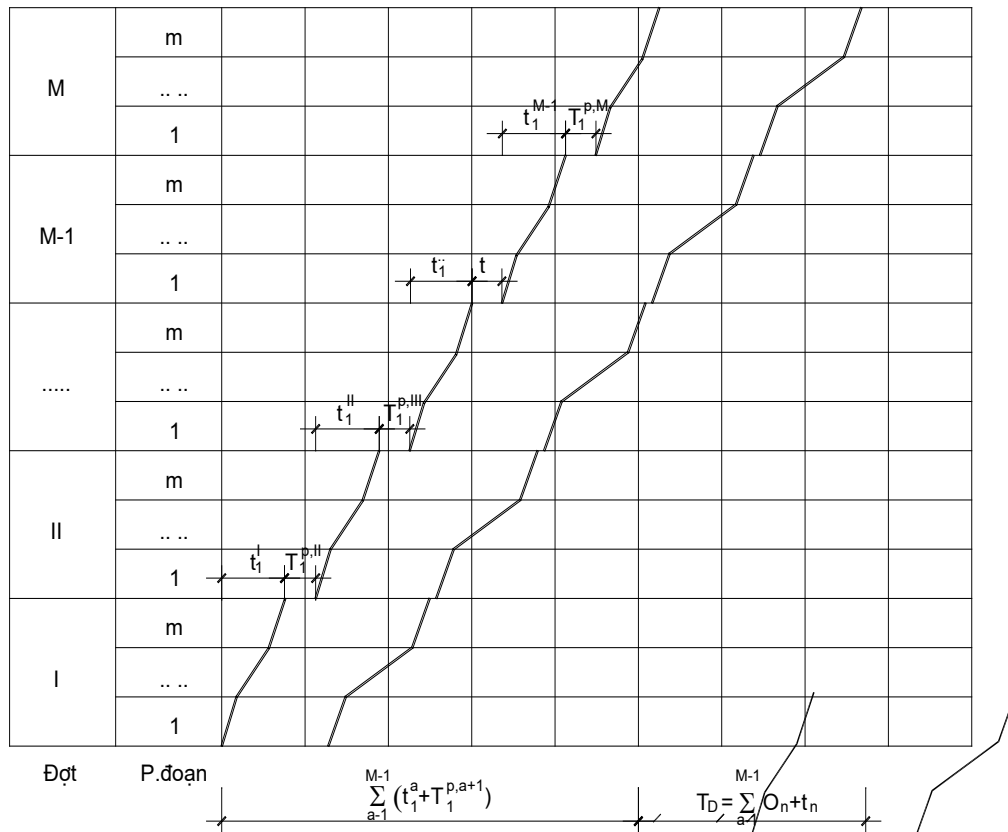
Gián đoạn khi chuyển đợt theo kế hoạch (các giá trị trong dấu tuyệt đối chỉ có khi nó âm).

$$T_1^{p,a+1} = T_1^{a+1} + |T_1^{a+1}| + |T_n^{a+1}|$$

và
$$T_n^{p,a+1} = T_n^{a+1} + |T_1^{a+1}| + |T_n^{a+1}|$$

- Vẽ biểu đồ chu trình và tính thời hạn của dây chuyền, xét với M đợt.

$$T = \sum_{a=1}^{M-1} (t_1^a + T_1^{p,a+1}) + \left(\sum_1^{n-1} O_{i1} + t_n \right)_M = \sum_{a=1}^{M-1} (t_1^a + T_1^{p,a+1}) + T_D^M$$



Ví dụ: Tính dây chuyền nhịp biến theo đợt theo các số liệu:

$M=2, m=4, n=3, t_{cn2/3}=2.$

		DChuyền	1	2	3
I	Ph.đo	1	2	1	2
		2	1	2	3
		3	2	1	1
		4	3	3	2

		1	2	3	
II	Ph.đo	1	1	2	2
		2	3	3	1
		3	2	1	3
		4	1	2	1

Giải:

- Đây là dây chuyền chuyên môn hóa nhịp biến theo đợt, với các đợt khác nhau. Do đó cần tính cho cả hai đợt, sau đó tính gián đoạn khi chuyển đợt.

- Tính toán cho từng đợt: $O_{il}^{min} = \max \left[\sum_1^j k_{ij} - \sum_1^{j-1} k_{i+1,j} \right] + t_{cn}$

Đợt I (hình 10): $O_{11}^I = 4$; $O_{21}^I = 3$

Đợt II (hình 11): $O_{11}^{II} = 2$; $O_{21}^{II} = 5$

- Tính các gián đoạn khi chuyển đợt $T_1, T_n.$

Trước hết tính $O_{n1}^{a,a+1}$ (xem hình 10 cột 3-1^{II}): $O_{n1}^{a,a+1} = 4.$

$$T_1^{II} = \sum_1^{n-1} O_{i1}^a + O_{n1}^{a,a+1} - t_1^a = (4+3)+4-8 = 3 > 0$$

$$T_3^{II} = \sum_1^{n-1} O_{i1}^{a+1} + O_{n1}^{a,a+1} - t_n^a = (2+5)+4-8 = 3 > 0$$

Suy ra $T_1^{p,II} = 3, T_3^{p,II} = 3$

- Vẽ biểu đồ chu trình và tính thời hạn của dây chuyền.

$$T = \sum_{a=1}^{M-1} (t_1^a + T_1^{p,a+1}) + \left(\sum_1^{n-1} O_{i1} + t_n \right)_M = (8+3) + [(2+5)+7] = 25.$$

Bảng 1 ($\sum_1^j k_{ij}$)

	1	2	3	1 ^{II}		1-2	2-3	3-1 ^{II}
1	2	1	2	1	1	2	1	2
2	3	3	5	4	2	2	1	4
3	5	4	6	6	3	2	-1	2
4	8	7	8	7	4	4	1	2
T_i	8	7	8	7	max	4	1	4
					t_{cn}	0	2	0
					O_{il}	4	3	4

Bảng 2 (O_{il})

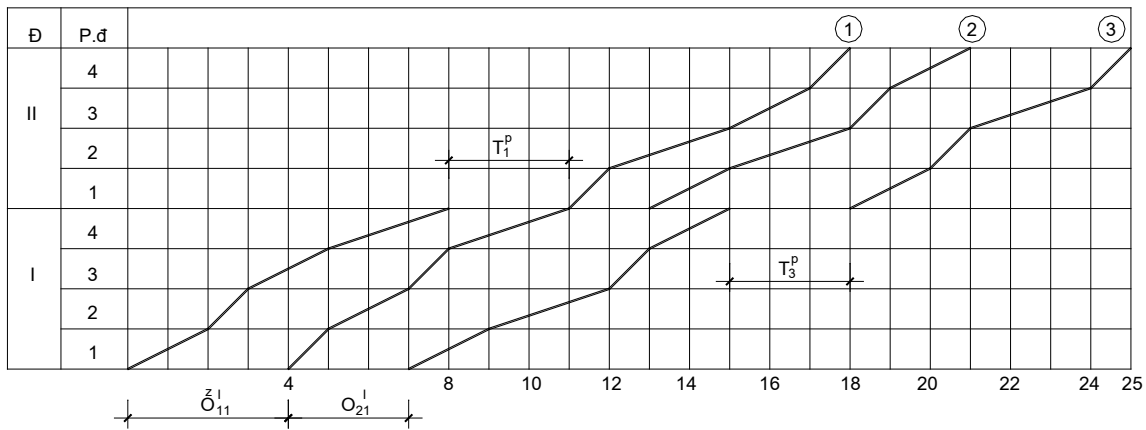
	1	2	3
1	0 2 2	4 2 1	7 2 2
2	2 1 3	5 2 2	9 2 3
3	3 2 5	7 2 1	12 4 1
4	5 3 8	8 3 11	13 2 2
T_i	8	7	8

Hình 3-10 Phối hợp trong đợt I.

	1	2	3		1-2	2-3
1	1	2	2	1	1	2
2	4	5	3	2	2	3
3	6	6	6	3	1	3
4	7	8	7	4	1	2
T_i	7	8	7	max	2	3
				t_{cn}	0	2
				O_{il}	2	5

	1	2	3
1	11 1 12	13 1 2	18 3 2
2	12 3 15	15 3 18	20 2 1
3	15 2 17	18 1 1	21 2 3
4	17 1 18	19 1 2	24 3 1
T_i	7	8	7

Hình 3-11 Phối hợp trong đợt II.



CHƯƠNG IV

LẬP KẾ HOẠCH TIẾN ĐỘ VÀ TỔ CHỨC THI CÔNG CÔNG TRÌNH ĐƠN VỊ

4.1 KHÁI NIỆM CHUNG

4.1.1 Khái niệm.

Công trình đơn vị là một đối tượng xây dựng riêng biệt tương đối độc lập về không gian có đầy đủ về các điều kiện về giao nhận thầu và hạch toán giá thành. Có nhiều cách thi công công trình đơn vị, mỗi phương án tổ chức khác nhau về giải pháp thi công được lựa chọn, trình tự công nghệ thực hiện chúng và có những chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật (chất lượng, giá thành...) khác nhau. Để chọn một phương án thi công tốt nhất phải mô hình hóa công tác xây dựng dưới dạng kế hoạch tiến độ trong đó thể hiện: các biện pháp thi công, cách thức phối hợp về không gian, thời gian của các biện pháp xây lắp, thời hạn xây dựng công trình, nhu cầu lao động, vật tư, vốn... quy mô công trường, bộ máy quản lý và điều hành thi công, tổ chức cơ sở vật chất kỹ thuật công trường... KHTĐ là công cụ để chỉ đạo thi công và là phương tiện để kiểm tra việc thực hiện.

4.1.2 Các nguyên tắc lập kế hoạch tiến độ.

- Thời gian của phương án tổ chức và KHTĐ thi công phải đảm bảo hoàn thành các phần việc, từng bộ phận và toàn bộ công trình đúng theo thời hạn quy định.
- Thực hiện chắc chắn và liên tục việc phối hợp về thời gian và không gian của các quá trình xây lắp đảm bảo tính ổn định của sản xuất, tuân thủ các điều kiện kỹ thuật, đảm bảo an toàn cho người và thiết bị, sử dụng điều hòa và tiết kiệm các nguồn tài nguyên.
- Tăng năng suất lao động bằng cách áp dụng các biện pháp thi công tiên tiến.
- Áp dụng phương pháp thi công dây chuyền là nguyên tắc cơ bản trong việc tổ chức và lập KHTĐ thi công công trình đơn vị.

4.1.3 Các tài liệu sử dụng để lập kế hoạch tiến độ.

- Căn cứ vào bản vẽ thiết kế thi công và các phiếu công nghệ xây lắp.
- Căn cứ vào thời điểm khởi công và thời hạn xây dựng công trình.
- Dựa vào chủng loại, quy cách vật liệu, thiết bị, phương tiện vận tải.
- Dựa vào các số liệu điều tra khảo sát xây dựng.
- Dựa vào năng lực của đơn vị thi công và khả năng của chủ đầu tư.

4.2 NỘI DUNG VÀ TRÌNH TỰ LẬP KẾ HOẠCH TIẾN ĐỘ

4.2.1 Phân tích kết cấu công trình.

Nhằm mục đích xác định sự phù hợp của kết cấu công trình với điều kiện kỹ thuật thi công, khả năng cho phép áp dụng các biện pháp thi công tiên tiến nhất. Khi đã xác định được biện pháp thi công, cho phép ta chọn được quy trình công nghệ thi công hợp lý nhất. Quy trình công nghệ gồm: trình tự thực hiện các thao tác, tiêu chuẩn kỹ thuật cho các thao tác. Xem xét và cho phép đưa các quá trình chuẩn bị ra khỏi phạm vi xây dựng công trình nhằm giảm tối đa diện tích công trường.

Cho phép xác định các thông số không gian của công trình để tổ chức thi công dây chuyền, tức chia công trình thành các khu vực, đợt, phân đoạn..trong đó chú ý tách khu vực có giải pháp kết cấu riêng biệt ra các đợt xây dựng riêng để việc tổ chức dây chuyền được đều nhịp. Ví dụ: tách phần khung chịu lực của nhà bê tông toàn khối tổ chức riêng...

Tóm lại nội dung phân tích kết cấu công trình là nội dung đầu tiên rất quan trọng giúp ta lựa chọn giải pháp thi công và cách tổ chức thi công hợp lý đảm bảo nâng cao các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của dây chuyền thi công được chọn.

4.2.2 Lập bảng danh mục công việc và tính khối lượng công tác.

Căn cứ vào kết quả phân tích kết cấu thi công lập bảng danh mục công việc và tính khối lượng công tác xây lắp.

a.) Lập bảng danh mục công việc.

Bảng danh mục công việc là tập hợp các nhiệm vụ cần thực hiện trong quá trình thi công. Danh mục công việc phải lập cho từng công việc, từng bộ phận, hạng mục và cho toàn bộ công trình, thường nên lập theo cơ cấu hình cây với gốc là công trình, nhánh là các giai đoạn thi công kết cấu khác nhau...

Danh mục công việc phải lập theo các giai đoạn thi công để theo dõi tiến độ tại các thời điểm trung gian trong toàn bộ thời hạn thi công công trình.

- Giai đoạn thi công là một tổ hợp các công tác xây lắp tương đối hoàn chỉnh về mặt công nghệ. Việc phân giai đoạn thi công phải đảm bảo hoàn thành dứt điểm từng đầu mỗi công việc và tạo mặt bằng công tác thực hiện công việc tiếp theo. Số lượng giai đoạn thi công phụ thuộc vào loại công trình và chức năng cụ thể của nó.
- Với nhà dân dụng chia thành 2 hay 3 giai đoạn thi công: chia làm 2 giai đoạn có phần thô_phần hoàn thiện, chia làm 3 giai đoạn có phần ngầm_phần thân mái_phần hoàn thiện. Với nhà công nghiệp, số lượng giai đoạn tăng thêm gồm giai đoạn lắp đặt thiết bị, giai đoạn cho công tác kỹ thuật đặc biệt (thông gió, cách nhiệt, cách âm..), giai đoạn cho các công tác cung cấp nhiên liệu...

Danh mục công việc được lập chi tiết theo công nghệ thi công trong phiếu công nghệ hoặc phù hợp với cơ cấu công việc trong định mức XDCB đã ban hành.

b.) Tính toán khối lượng công tác.

Dựa vào bảng danh mục công việc đã lập và bản vẽ kỹ thuật thi công, ta tính toán khối lượng cho tất cả các công việc phải thực hiện. Sau đó khối lượng công việc được tổng hợp trong một bảng chung trong đó phân theo từng đặc tính công việc để việc tính toán các hao phí lao động, vật tư, ca máy...được thuận lợi.

4.2.3 Chọn biện pháp thi công và tính hao phí lao động, ca máy.

a.) Chọn biện pháp thi công.

Việc chọn biện pháp thi công mà nội dung chủ yếu là chọn tổ hợp máy thi công bao gồm các loại máy chính, máy phụ, được thực hiện qua hai bước.

- Chọn sơ bộ: căn cứ đặc điểm kiến trúc, kết cấu công trình, công nghệ thi công được áp dụng, khối lượng công việc, yêu cầu về chất lượng công việc, điều kiện thi công, thời gian hoàn thành từng công việc và toàn bộ công trình...tính toán các tổ hợp máy và điều kiện bố trí chúng trên mặt bằng...
- Chọn chính thức: tất cả các tổ hợp máy thỏa mãn yêu cầu trên được chọn chính thức bằng cách so sánh các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật mà quan trọng nhất

là giá thành thực hiện công việc. Ngoài ra còn tính các chỉ tiêu khác như chi phí một lần để mua sắm, thời gian thực hiện công việc, hiệu quả kinh tế tổng hợp... Song song với việc chọn tổ hợp máy chính còn phải chọn các thiết bị phụ trợ, các loại công cụ thực hiện các thao tác thủ công.

Cần lưu ý khi chọn phương án thi công, trước hết phải đảm bảo tính khả thi của phương án, sau đó mới xét đến các chỉ tiêu khác: an toàn lao động, chất lượng công việc, giá thành...

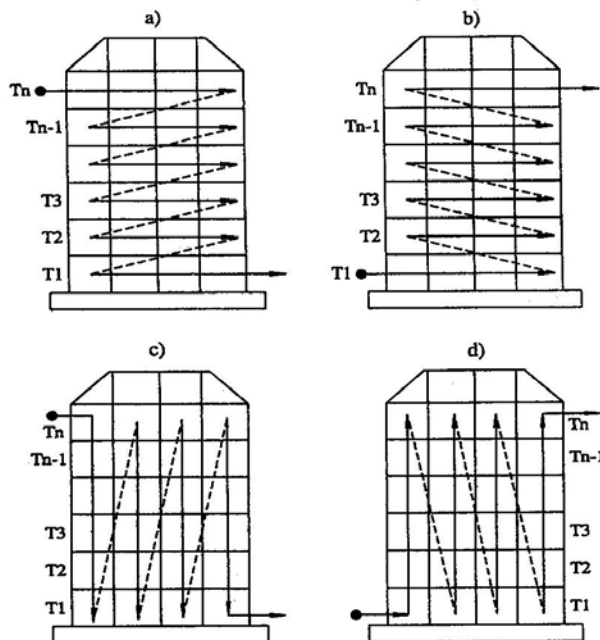
b.) Tính hao phí lao động và ca máy.

- Đối với các công việc trong bảng danh mục, căn cứ vào định mức lao động mà tính hao phí lao động (giờ, ngày công) hay định mức máy mà tính hao phí ca máy (giờ, ca máy).
- Đối với công việc chưa có trong định mức, dựa vào các công việc tương tự để xây dựng định mức cho nó, việc này đòi hỏi khả năng trực giác nhạy bén và kinh nghiệm của người thực hiện.

Ngoài các công việc trong bảng danh mục, trong thi công còn có một số công việc khác có khối lượng nhỏ, chỉ xuất hiện trong quá trình thi công, ít ảnh hưởng đến thời gian xây dựng công trình mà ta không thể xác định hết được. Để dự trừ hao phí lao động thực hiện công việc này có thể lấy từ (3-5)% tổng hao phí lao động của các công việc trong bảng danh mục.

4.2.4 Xác định sơ đồ tổ chức công nghệ.

Sơ đồ tổ chức công nghệ là sự di chuyển tổ thợ, máy móc thiết bị trong không gian công trình để thực hiện để thực hiện các quá trình xây lắp. Nó phụ thuộc cách phân chia về không gian và đặc tính công nghệ của các quá trình xây lắp. Hình 4-1.

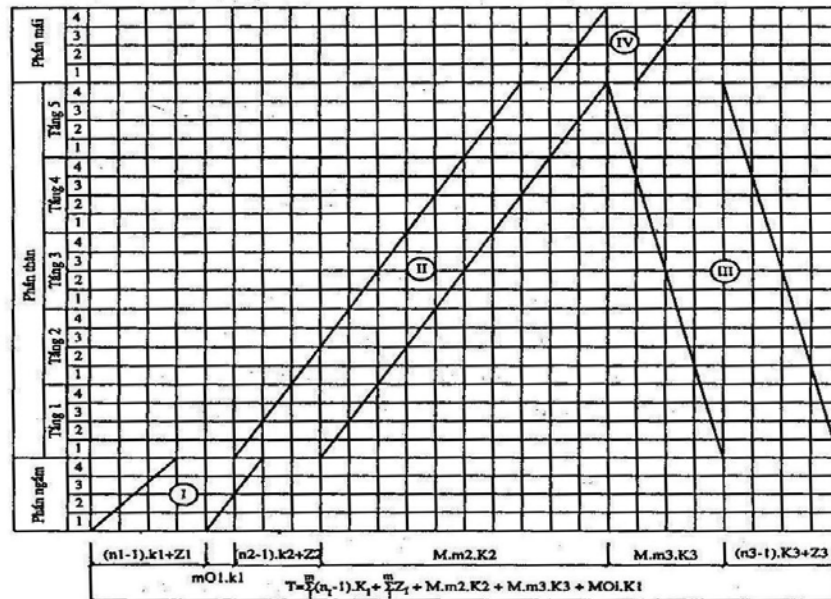
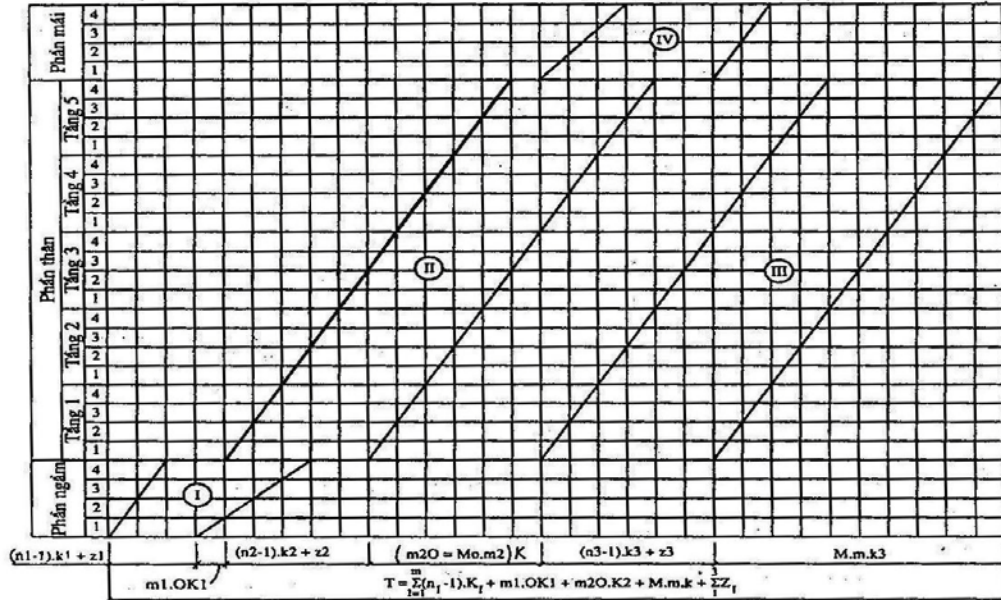


Hình 4-1. Sơ đồ tổ chức công nghệ (hướng phát triển của dây chuyền).

- Sơ đồ ngang: các công việc được thực hiện trên tất cả các phân đoạn công tác trong phạm vi một tầng nhà hoặc một đợt công tác. Sơ đồ này thích hợp với các công tác phân ngầm, công tác mái, lắp các kết cấu chịu lực, bao che...
- Sơ đồ thẳng đứng: công việc được thực hiện trong phạm vi một đoạn hay phân đoạn công tác trên suốt chiều cao của nó. Có hai loại thẳng đứng từ dưới đi lên hoặc từ trên đi xuống. Sơ đồ này thích hợp cho công tác mạng kỹ thuật,

công tác hoàn thiện nhà cao tầng (có thể là thẳng đứng đi xuống dưới sự che chắn của mái hoặc thẳng đứng từ dưới lên dưới sự bảo vệ của một số sàn tầng đã thi công xong-hình 4-2), nhà cao tầng lắp ghép kết hợp sử dụng cần trục tháp...

- Sơ đồ kết hợp: kết hợp cả ngang và đứng khi mặt bằng công tác không đủ theo một phương.



Hình 4-2. Công tác hoàn thiện công trình nhiều tầng.

4.2.5 Lựa chọn chế độ ca làm việc và ấn định thời gian thực hiện công việc.

a.) Lựa chọn chế độ ca.

Việc phân chia nhiều ca công tác có tác dụng rút ngắn thời gian xây dựng công trình (thường việc chia 1-2 ca công tác/ngày có thể rút ngắn được 35-40% thời gian xây dựng), tiết kiệm một phần chi phí gián tiếp do rút ngắn thời gian thi công (khoảng 4-5% giá thành). Việc lựa chọn chế độ ca phải hợp lý về mặt kỹ thuật.

- Với chế độ 3 ca: chỉ áp dụng cho một số ít công việc, thường là công việc nặng hoặc các công việc không cho phép gián đoạn (ví dụ công tác thi công bê tông dưới nước, ván khuôn trượt, cọc khoan nhồi...)

- Với chế độ 2 ca: thường áp dụng cho các công việc cơ giới để nâng cao hiệu quả sử dụng máy móc (giảm thời gian bàn giao máy giữa ca..), áp dụng cho những công việc nặng mà nếu thực hiện 3 ca thì giảm chất lượng công việc.
- Các công việc còn lại nên thực hiện chế độ 1 ca/ngày.

b.) Ấn định thời gian thực hiện công việc.

Thời gian thực hiện công việc trên từng phân đoạn và toàn bộ :

$$t_j = \frac{P_j \times a_i}{\alpha \times N_i} \quad \text{và} \quad t = \sum_1^m t_j$$

Như vậy thời gian thực hiện công việc t phụ thuộc tài nguyên sử dụng N_i , với $N_{i\min}$ là một tổ thợ hay một tổ máy theo cơ cấu định mức xác định t_{\min} , $N_{i\max}$ phụ thuộc vào kích thước của mặt bằng công tác F và diện công tác cần thiết cho 1 người hoặc 1 máy thực hiện f ($R_{\max}=F/f$) xác định t_{\max} . Trị số f quy định từ điều kiện kỹ thuật, an toàn đồng thời thúc đẩy việc tăng năng suất.

4.2.6 Quy định trình tự công nghệ và phối hợp công tác theo thời gian.

a.) Quy định trình tự công nghệ.

Là quy định một trình tự thực hiện các công việc hợp lý nhất theo bản chất công nghệ của mỗi quá trình. Nó là một trong những nội dung quan trọng nhất và là một điều kiện bắt buộc, đảm bảo thành công việc xây dựng công trình. Một trình tự công nghệ không hợp lý có những hậu quả:

- Gây mất ổn định các bộ phận kết cấu, ảnh hưởng đến độ an toàn, bền vững cả công trình.
- Chất lượng công trình không đảm bảo do đó phải tốn chi phí phải sửa chữa.
- Tổ chức thi công chòng chéo, điều động nhân lực, thiết bị không hợp lý gây lãng phí, mất an toàn và kéo dài thời gian.

Vì vậy để thiết lập trình tự công nghệ hợp lý, phải xét đến các yếu tố ảnh hưởng đến nó.

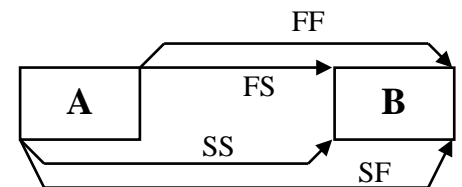
1. Mối liên hệ kỹ thuật của các bộ phận kết cấu với nhau, các công việc tiến hành theo thứ tự phù hợp với sơ đồ chịu lực.
2. Đảm bảo tính ổn định cho kết cấu công trình, các công việc được thi công sao cho toàn công trình là bất biến hình ở mọi thời điểm.
3. Đảm bảo an toàn cho người và thiết bị trong các quá trình thi công.
4. Đặc điểm và tính chất vật liệu, chi tiết bán thành phẩm cũng liên quan đến trình tự thi công do cần khoảng không gian di chuyển, thực hiện công việc..
5. Điều kiện khí hậu thời tiết cũng ảnh hưởng đến trình tự thi công.
6. Đảm bảo chất lượng thi công chung, thực hiện công việc sau không ảnh hưởng đến chất lượng công việc trước.
7. Trình tự công nghệ phục vụ thuận tiện cho việc thi công, sử dụng tối đa phương án thi công cơ giới.
8. Nhu cầu sử dụng kết quả của công việc trước để thực hiện công việc sau nhằm giảm chi phí sản xuất.
9. Tận dụng mặt bằng công tác tối đa để thực hiện nhiều công việc song song, kết hợp nhằm giảm thời gian thực hiện nhóm công việc và cả công trình.
10. Đảm bảo công việc liên tục cho các tổ thợ, tổ máy.

Trên cơ sở nghiên cứu các ảnh hưởng này, người ta đề ra các nguyên tắc chung sau:

- Ngoài công trình thi công trước, trong công trình thi công sau. Các công tác chuẩn bị (mặt bằng, cơ sở vật chất kỹ thuật phục vụ xây lắp..) nên thực hiện trước khi khởi công xây dựng công trình chính.
- Các công việc dưới mặt đất làm trước, trên mặt đất làm sau. Các công việc ở cao trình thấp làm trước, cao trình cao hơn làm sau.
- Cuối nguồn thi công trước, đầu nguồn thi công sau để có thể tận dụng phần công trình đã thi công xong.
- Thi công các kết cấu chịu lực trước, các kết cấu trang trí và bao che thi công sau. Kết cấu chịu lực thi công từ móng đến mái, công tác hoàn thiện từ trên xuống dưới và trong phạm vi từng tầng.
- Đối với nhà thấp tầng phải thi công mái xong mới hoàn thiện, với nhà cao tầng để rút ngắn thời gian cho phép thi công kết cấu chịu lực và công tác hoàn thiện cách nhau 2-3 sàn toàn khối đã xong.

b.) Phối hợp công tác theo thời gian.

Là thiết lập mối liên hệ về thời gian giữa các công việc có liên quan nhằm mục đích đạt được thời gian yêu cầu đối với từng nhóm công việc, từng bộ phận và toàn bộ công trình. Đồng thời sử dụng hợp lý các tổ đội chuyên nghiệp ổn định và lâu dài trên công trình. Có 4 loại liên hệ về thời gian, ký hiệu F_finish, S_start, biểu diễn như hình vẽ. Tùy theo tính chất của từng công việc mà chọn mối liên hệ cho phù hợp. Có 2 nguyên tắc phối hợp các công việc theo thời gian:



- Phối hợp tối đa các quá trình thành phần thể hiện ở việc thực hiện song song trên các phân đoạn công tác.
- Áp dụng thi công dây chuyền đối với quá trình chủ yếu để rút ngắn thời gian xây dựng công trình.

4.2.7 Lập biểu kế hoạch tiến độ.

Tùy theo đặc điểm, quy mô công trình mà biểu kế hoạch tiến độ có thể được lập dưới dạng các sơ đồ ngang, xiên, mạng..., yêu cầu chung là mô hình kế hoạch tiến độ rõ ràng dễ phân tích.

4.3 LẬP BIỂU ĐỒ TÀI NGUYÊN.

Kế hoạch tiến độ ban đầu tuân thủ yêu cầu công nghệ thường không tương xứng với năng lực sản xuất, khả năng cung ứng vật tư, thiết bị dẫn đến việc phải điều chỉnh KHTĐ. Biểu đồ tài nguyên ngoài việc đánh giá mức độ hợp lý của KHTĐ còn để xác định chính xác số lượng, chủng loại, cường độ và thứ tự sử dụng các loại vật tư chủ yếu dùng trong quá trình thi công. Các số liệu này còn là cơ sở đảm bảo cho công tác cung ứng vật tư kỹ thuật, công tác chuẩn bị phục vụ sản xuất. Biểu đồ thường lập cho các loại tài nguyên: nhân lực (biểu đồ nhân lực chung, cho từng nghề), vật liệu, máy móc thiết bị thi công, vốn đầu tư...

4.3.1 Biểu đồ nhân lực. có hai loại.

a.) Biểu đồ nhân lực chung.

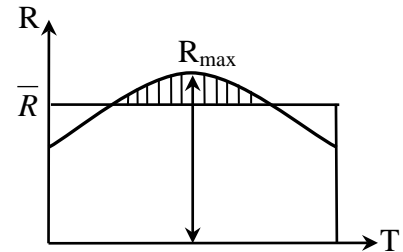
Là cơ sở để đánh giá KHTĐ qua chỉ tiêu mức độ sử dụng nhân lực vì nó liên quan đến chi phí phục vụ sản xuất như lán trại, y tế...Xác định bằng cách cộng dồn nhân lực trên biểu kế hoạch theo tiến độ thời gian. Căn cứ vào hình dạng biểu đồ nhân

lực để đánh giá mức độ hợp lý (đánh giá định tính) của KHTĐ: yêu cầu biểu đồ tương đối phẳng, không có những đỉnh cao trong thời gian ngắn và lõm sâu trong thời gian dài, cho phép các khoảng lõm sâu trong thời gian ngắn. Về mặt định lượng, người ta sử dụng 2 hệ số để đánh giá:

- Hệ số sử dụng nhân lực không điều hòa k_1 .

$$k_1 = \frac{R_{\max}}{\bar{R}} \quad \text{với} \quad \bar{R} = \frac{Q}{T}$$

Với R_{\max}, \bar{R} chỉ số nhân lực lớn nhất và trung bình.
 Q tổng chi phí lao động toàn công trình.
 (bằng diện tích biểu đồ nhân lực).
 T thời gian xây dựng công trình.



Giới hạn $k_1 = 1 \div 1,5$, biến động theo từng phương án, yêu cầu $k_1 \rightarrow 1$ là hợp lý.

- Hệ số phân bổ lao động k_2 . $k_2 = \frac{Q_d}{Q}$ yêu cầu $k_2 \rightarrow 0$ là hợp lý nhất.

Với Q_d tổng số hao phí lao động vượt mức trung bình (phần gạch chéo).

b.) Biểu đồ nhân lực riêng.

Thường lập cho một số loại thợ chính: thợ bê tông, thợ lắp ghép, thợ nề... và phải lập cho tất cả các công việc cần sử dụng loại thợ đó trên toàn công trường. Tác dụng loại biểu đồ này là xác định nhu cầu, thời gian sử dụng một số loại thợ làm công tác chuyên môn, không dùng đánh giá việc sử dụng điều hòa nhân lực trên toàn công trường và thường lập dạng bảng.

4.3.2 Biểu đồ vật tư.

Được lập cho các loại vật tư chủ yếu có khối lượng sử dụng lớn theo thời gian (ngày) như cát, đá, xi măng, gạch... riêng đối với công tác lắp ghép có thể lập chi tiết đến từng giờ trong ca hay cho từng đoạn, khu vực lắp ghép hay từng vị trí đứng máy. Trên biểu đồ vật tư thường thể hiện đồng thời biểu đồ sử dụng, vận chuyển và dự trữ vật tư... Yêu cầu khi lập biểu đồ vật tư:

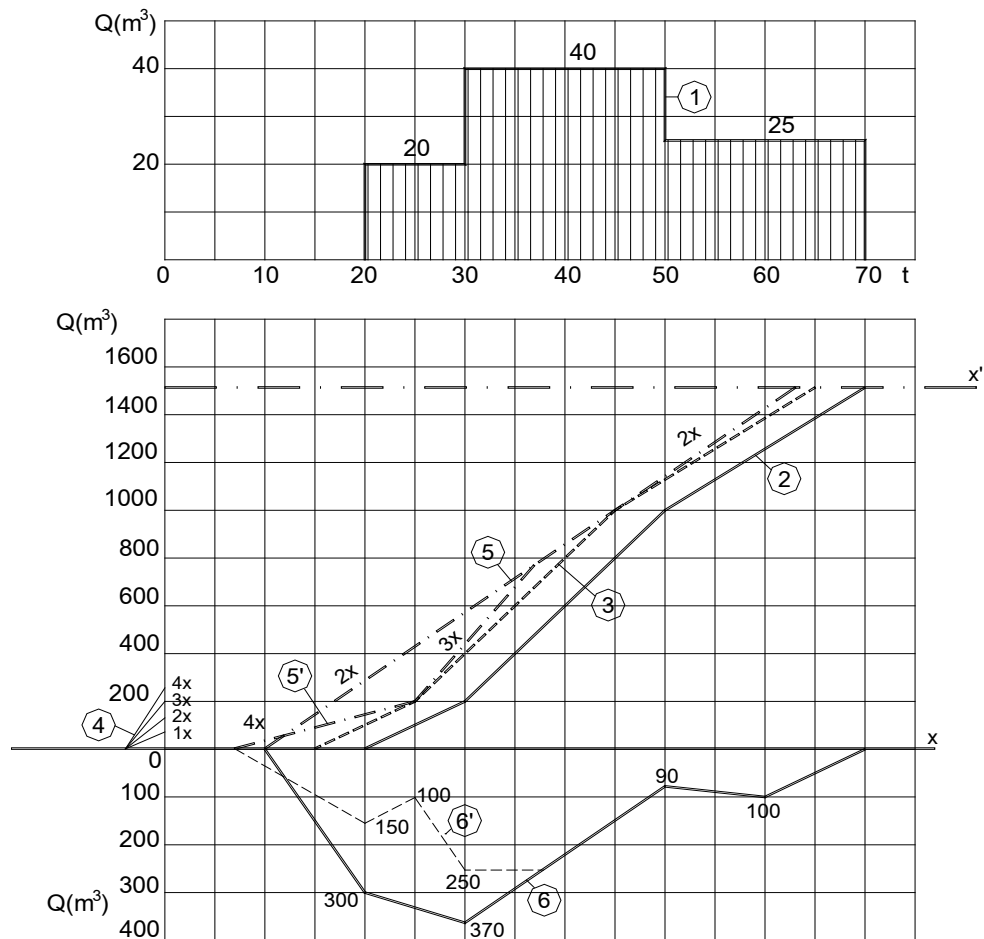
- Đảm bảo cung ứng đầy đủ và kịp thời nhu cầu vật tư cho quá trình thi công, về số lượng, chủng loại cũng như thời hạn cung cấp...
- Ngoài việc xác định nhu cầu và thời gian sử dụng vật tư, biểu đồ còn có tác dụng để lập kế hoạch vận chuyển và điều động phương tiện sao cho có hiệu quả nhất trong việc cung ứng, sử dụng và dự trữ vật tư trong quá trình thi công.
- Căn cứ vào biểu đồ sử dụng và định mức dự trữ sử dụng vật tư, xác định lượng tồn kho để tính toán kho bãi công trường sao cho khối lượng vật tư dự trữ là nhỏ nhất nhưng vẫn đảm bảo cho sản xuất cường độ cao.

Cấu tạo của biểu đồ vật tư gồm:

- *Biểu đồ sử dụng hàng ngày*: có dạng hình cột, được lập dựa trên định mức tiêu hao vật tư của các công việc trong kế hoạch tiến độ thi công có liên quan đến việc sử dụng loại vật tư đó. Nó cho biết và thể hiện cường độ sử dụng vật tư và lượng vận chuyển bình quân ngày $q = Q/T$.
- *Biểu đồ sử dụng cộng dồn*: có dạng đường gấp khúc, được lập trên cơ sở biểu đồ sử dụng hàng ngày bằng cách cộng dồn khối lượng sử dụng từ đầu kỳ đến cuối kỳ, và do đó cho biết tổng số lượng vật tư sử dụng từ đầu kỳ. Khi có xét

đến vấn đề dự trữ để đảm bảo cho việc cung ứng, cho vấn đề chất lượng, số lượng vật tư...ta có thêm *biểu đồ sử dụng vật tư cộng dồn có dự trữ*.

- *Biểu đồ cường độ vận chuyển*: có dạng chòm tia, trục tung cho biết khối lượng vận chuyển trong 1 đơn vị thời gian ứng với một số lượng xe vận chuyển nhất định.
- *Biểu đồ vận chuyển đều liên tục*: (số lượng xe không đổi) có dạng đường thẳng xiên, có ưu điểm dễ điều động phương tiện nhưng lượng vật tư dự trữ cao nên phải tốn kém diện tích kho bãi và công bảo quản, ít sử dụng.
- *Biểu đồ vận chuyển không đều* (số lượng xe thay đổi, không liên tục): có dạng đường gấp khúc liên tục hoặc cách quãng, khối lượng vận chuyển tùy thuộc cường độ sử dụng. Có ưu điểm là lượng vật tư dự trữ luôn ở mức thấp nhất do đó ít tốn kém diện tích kho bãi và công bảo quản, nhược điểm là việc điều động phương tiện vận chuyển khó.
- *Biểu đồ dự trữ vật tư*: cho biết lượng vật tư dự trữ theo thời gian.



Hình 4-3. Biểu đồ vật tư.

Phương pháp lập biểu đồ vật tư.

- Trường hợp vận chuyển cung ứng vật tư đều liên tục với số lượng xe không đổi, thứ tự và phương pháp lập như sau:
 1. Lập biểu đồ sử dụng hàng ngày (1) suy từ kế hoạch tiến độ.
 2. Lập biểu đồ sử dụng cộng dồn (2) suy từ (1) bằng cách cộng dồn khối lượng sử dụng vật tư theo thời gian.
 3. Căn cứ định mức dự trữ vật tư theo thời gian, lập biểu đồ sử dụng vật tư cộng dồn có dự trữ (3) bằng cách tịnh tiến về phía bên trái biểu đồ (2) đi 1 khoảng

bằng khoảng thời gian dự trữ.

4. Vẽ biểu đồ cường độ vận chuyển (4) dạng chùm tia ứng với số lượng xe vận chuyển bằng cách căn cứ vào loại phương tiện vận chuyển, khả năng, cự ly vận chuyển.
5. Chọn trong biểu đồ cường độ vận chuyển (4) tia có góc nghiêng lớn hơn và gần nhất với góc nghiêng của (3) làm đường vận chuyển chính thức (5). Giao của (5) với trục x' song song với trục hoành và đi qua tung độ lớn nhất của đường (2) là thời điểm kết thúc vận chuyển.
6. Vẽ biểu đồ dự trữ vật tư (6) về phía dưới của trục hoành ngược lại với các biểu đồ trên. Trị số của nó ở mỗi thời điểm là hiệu số tung độ giữa đường vận chuyển chính thức (5) với đường sử dụng cộng dồn (2).

Ví dụ: Lập biểu đồ vật tư cát với cường độ tiêu thụ như sau, xem hình vẽ 4-3.

10 ngày đầu 20m^3 cát/ngày.

20 ngày tiếp theo 40m^3 cát/ngày.

20 ngày cuối 25m^3 cát/ngày.

Thời gian dự trữ $t_{\text{dtrCat}}=5$ ngày.

Vận chuyển bằng xe ben có $Q_{\text{veh}}=15\text{m}^3/\text{ngày}$.

- Trường hợp vận chuyển không đều với số lượng xe thay đổi, để vẽ được đường vận chuyển thay đổi (5') ở bước thứ 5. người ta vẽ đường gấp khúc tạo bởi các tia ở (4) và bám sát đường cộng dồn có dự trữ (3). Mỗi đoạn của nó ứng với thời gian vận chuyển với số lượng xe xác định. Tương ứng ta được đường dự trữ (6'). Trong trường hợp vừa vận chuyển không đều, không liên tục thì đường số (5) sẽ vừa gấp khúc vừa cách quãng.