

BỘ XÂY DỰNG

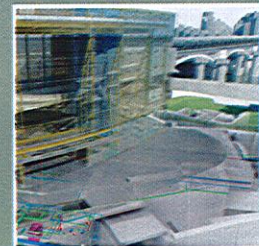
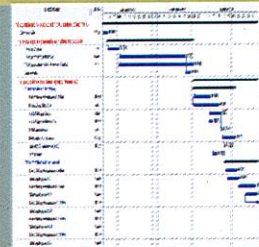
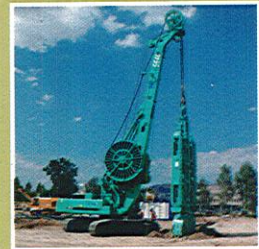
**X1.16**



BỘ XÂY DỰNG  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC HÀ NỘI

PGS. TS. LÊ ANH DŨNG (Chủ biên)  
TS. NGUYỄN HOÀI NAM  
ThS. CÙ HUY TÌNH  
ThS. TƯỜNG MINH HỒNG  
ThS. LÊ BÁ SƠN

# GIÁO TRÌNH TỔ CHỨC THI CÔNG XÂY DỰNG



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG



THƯ VIỆN  
HUBT

TÀI LIỆU PHỤC VỤ THAM KHẢO NỘI BỘ



THƯ VIỆN  
HUBT

## LỜI NÓI ĐẦU

*Tổ chức thi công công trình xây dựng có vai trò đặc biệt trong quá trình thực hiện dự án đầu tư xây dựng công trình. Tổ chức thi công công trình xây dựng bao gồm tổ chức con người và tổ chức sản xuất xây dựng nhằm đạt được các yêu cầu: đảm bảo kế hoạch tiến độ thi công; chất lượng công trình; an toàn lao động; vệ sinh môi trường và chi phí xây dựng công trình.*

*Ngày nay, do nhu cầu phát triển cao của kinh tế xã hội, cùng sự tiến bộ vượt bậc của khoa học công nghệ, nhiều công trình có quy mô lớn, có giải pháp kiến trúc và kết cấu hết sức phức tạp được đầu tư xây dựng, điều này đòi hỏi xuất hiện các giải pháp tổ chức tiên tiến và ngày càng được hoàn thiện.*

*Xuất phát từ yêu cầu không ngừng nâng cao chất lượng đào tạo nhằm đáp ứng nhu cầu của xã hội, Bộ môn công nghệ và tổ chức thi công biên soạn Giáo trình Tổ chức thi công xây dựng. Cuốn sách được viết trên quan điểm cơ bản, thực tiễn và cập nhật. Sách được sử dụng giảng dạy ở bậc đại học và là tài liệu tham khảo cho các kỹ sư, cán bộ kỹ thuật hoạt động trong lĩnh vực xây dựng công trình.*

*Sách gồm các chương sau:*

*Chương 1: Những khái niệm cơ bản về tổ chức thi công;*

*Chương 2: Nguyên tắc chung khi lập tiến độ thi công;*

*Chương 3: Tổ chức thi công theo phương pháp dây chuyền;*

*Chương 4: Lập tiến độ thi công theo phương pháp sơ đồ ngang;*

*Chương 5: Lập kế hoạch tiến độ theo sơ đồ mạng lưới;*

*Chương 6: Thiết kế mặt bằng thi công.*

*Chúng tôi xin cảm ơn các bạn đồng nghiệp trong Khoa Xây dựng - Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội đã đóng góp những ý kiến quý báu trong quá trình hoàn thành giáo trình này.*

*Tuy đã rất cố gắng trong quá trình biên soạn, song do nội dung của Tổ chức thi công công trình là khá rộng, nên khó tránh khỏi các thiếu sót. Các tác giả rất mong được các bạn đọc góp ý, phê bình để nội dung của giáo trình ngày một hoàn thiện hơn.*

**Các tác giả**

## DANH MỤC CÁC TỪ NGỮ VIẾT TẮT

Viết tắt	Cụm từ viết tắt
TKTCTC	Thiết kế tổ chức thi công
TĐTC	Tiến độ thi công
CPM	Critical Path Method
MPM	Metra Potential Method
PERT	Program Evaluation and Review Technique
MBTC	Mặt bằng thi công
SĐM	Sơ đồ mạng
TKKT	Thiết kế kỹ thuật
TKBVTC	Thiết kế bản vẽ thi công
TKTCXD	Thiết kế tổ chức xây dựng
BIM	Mô hình thông tin công trình
K	Nhịp dây chuyền
K <sub>b</sub>	Bước dây chuyền
MBTC	Mặt bằng thi công



**THƯ VIỆN  
HUBT**

TÀI LIỆU PHỤC VỤ THAM KHẢO NỘI BỘ

## Chương 1

# NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ TỔ CHỨC THI CÔNG

### 1.1. ĐẶC ĐIỂM CỦA SẢN XUẤT TRONG NGÀNH XÂY DỰNG

Xây dựng là ngành kinh tế sản xuất công nghiệp có những quy luật chung và có những đặc điểm riêng. Những đặc điểm liên quan đến hiệu quả của hoạt động sản xuất xây dựng là:

1. Sản phẩm của sản xuất xây dựng là những công trình, kết tinh từ các thành quả khoa học - công nghệ, là kết quả của nhiều ngành, nhiều tổ chức kinh tế - xã hội. Điều đó cho thấy muốn một dự án thành công tốt phải có sự phối hợp của nhiều bên liên quan và luôn nằm dưới sự chỉ đạo của Nhà nước.

2. Công trình xây dựng thường có vốn đầu tư lớn chiếm tỷ trọng cao trong ngân sách quốc gia. Nên đầu tư xây dựng luôn là trọng điểm của Nhà nước.

3. Sản xuất xây dựng luôn gắn liền với sự phát triển của các ngành kinh tế và mức sống của nhân dân.

4. Trong sản xuất xây dựng gần như người đầu tư và người sử dụng sản phẩm không phải là người thực hiện xây dựng. Nên luôn cần hoạt động tư vấn, giám sát, kiểm định.

5. Sản phẩm xây dựng là những công trình gắn liền với địa điểm nhất định do đó sản xuất xây dựng chịu nhiều yếu tố của địa phương.

6. Sản xuất xây dựng mang tính xã hội và thay đổi theo thời gian nó chịu ảnh hưởng của phong tục, tập quán, trình độ văn hóa và quan điểm của người sử dụng.

7. Thời gian xây dựng chịu tác động của thời tiết, thị trường và các yếu tố bất lợi khác.

8. Quá trình sản xuất xây dựng luôn tập hợp nhiều quá trình thành phần, mỗi quá trình có nhiều phương án kỹ thuật và tổ chức, nên chúng ta phải có quá trình chọn phương án tốt nhất.

- Phương án khả thi: là phương án về phương diện kỹ thuật có thể thực hiện được;

- Phương án thực hiện: là phương án khả thi nhưng phải phù hợp với điều kiện thực tế thi công;

- Phương án tối ưu: là phương án thực hiện có các chỉ tiêu đạt tiêu chuẩn cao nhất theo những tiêu chí (kinh tế, kỹ thuật, kinh tế - kỹ thuật, xã hội, kinh tế - xã hội,...) mà người xây dựng đề ra.

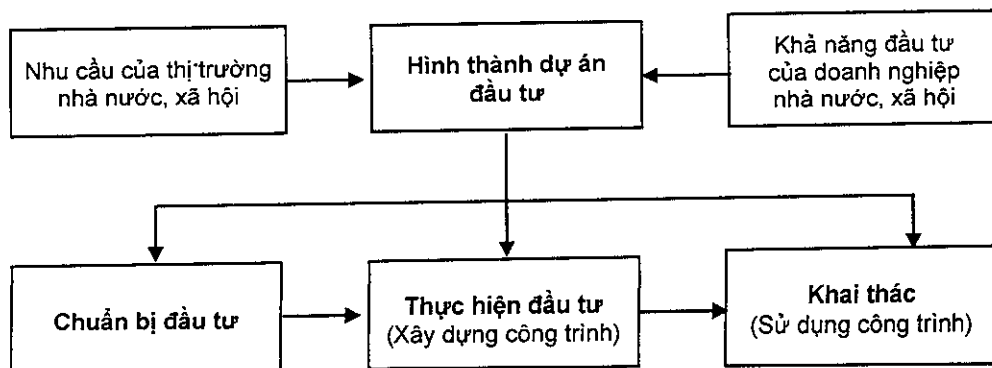
9. Sản xuất xây dựng sử dụng nhiều lao động sống.

10. Do cạnh tranh trong thị trường xây dựng, việc đảm bảo chất lượng đòi hỏi theo yêu cầu ngày càng cao của khách hàng cũng như việc đảm bảo và tăng năng suất lao động đáp ứng với sự tồn tại và phát triển bền vững của các doanh nghiệp xây dựng. Và vì thế nên việc nâng cao hiệu quả của công tác quản lý sản xuất có vai trò đặc biệt quan trọng.

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

### 1.2.1. Quá trình hình thành công trình xây dựng

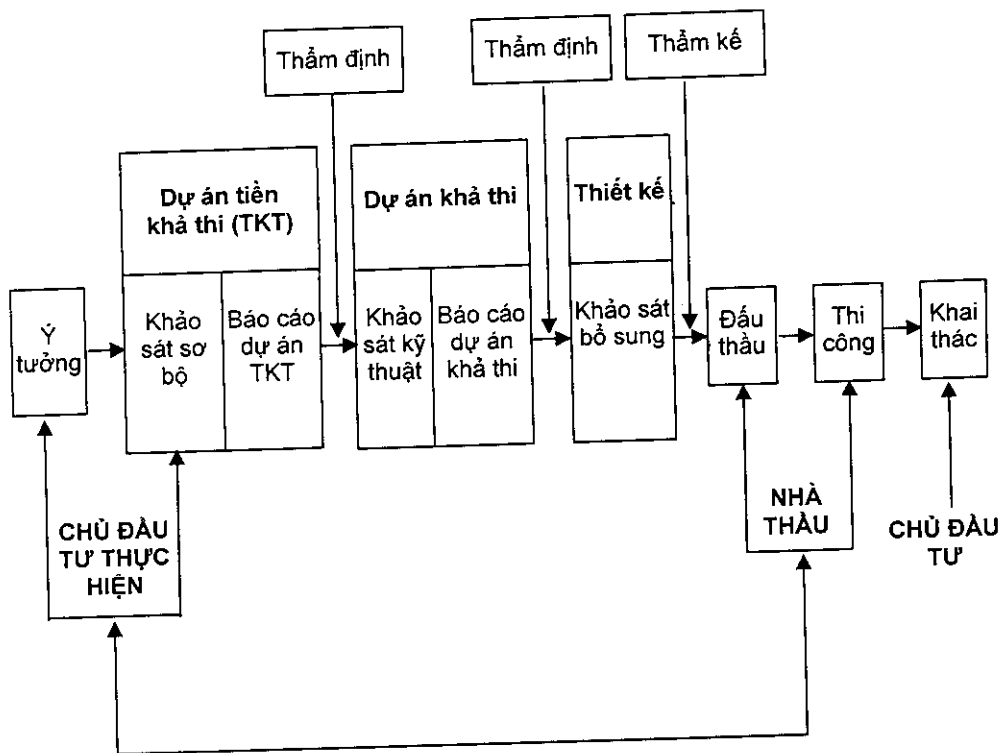
Theo quan điểm vĩ mô của người quản lý đầu tư, công trình xây dựng luôn gắn liền với một dự án, nó thường trải qua ba giai đoạn chuẩn bị đầu tư, thực hiện đầu tư và đưa công trình vào hoạt động (Hình 1.1).



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.



**Hình 1.2.** Quá trình hình thành công trình theo quan điểm vi mô

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 hóa hoặc sát nhập lại chỉ giữ những bước cơ bản.

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.

## **1.2.2. Các bước thiết kế trong xây dựng cơ bản**

### **1.2.2.1. Lập báo cáo nghiên cứu 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 hóa 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.

### **1.2.2.2. Lập báo cáo nghiên cứu 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 hóa, tự động hóa các quá trình sản xuất, trình độ công nghệ so với trong nước và thế giới. Trình độ tiêu chuẩn hóa, 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 tòa 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 DÂN DỤNG VÀ 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 hóa 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 thỏa 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 hóa 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. Các bước thiết kế**

#### **1.3.2.1. Thiết kế cơ sở**

Thiết kế cơ sở là thiết kế được thực hiện trong giai đoạn Lập Dự án đầu tư xây dựng công trình trên cơ sở phương án thiết kế được lựa chọn, bảo đảm thể hiện được các thông số kỹ thuật chủ yếu phù hợp với các quy chuẩn, tiêu chuẩn được áp dụng, là căn cứ để triển khai các bước thiết kế tiếp theo.

Nội dung của hồ sơ thiết kế cơ sở gồm có phần thuyết minh và phần bản vẽ. Phần thuyết minh cần thể hiện các nội dung sau đây:

- Giới thiệu tóm tắt địa điểm xây dựng, phương án thiết kế; tổng mặt bằng công trình, hoặc phương án tuyến công trình đối với công trình xây dựng theo tuyến; vị trí, quy mô xây dựng các hạng mục công trình; việc kết nối giữa các hạng mục công trình thuộc dự án và với hạ tầng kỹ thuật của khu vực;

- Phương án công nghệ, dây chuyền công nghệ đối với công trình có yêu cầu công nghệ;

- Phương án kiến trúc đối với công trình có yêu cầu kiến trúc;

- Phương án kết cấu chính, hệ thống kỹ thuật, hạ tầng kỹ thuật chủ yếu của công trình;

- Phương án bảo vệ môi trường, phòng cháy, chữa cháy theo quy định của pháp luật;

- Danh mục các quy chuẩn, tiêu chuẩn chủ yếu được áp dụng. Phần bản vẽ cần thể hiện các nội dung sau đây:

+ Bản vẽ tổng mặt bằng công trình hoặc bản vẽ bình đồ phương án tuyến công trình đối với công trình xây dựng theo tuyến;

+ Sơ đồ công nghệ, bản vẽ dây chuyền công nghệ đối với công trình có yêu cầu công nghệ.

- Bản vẽ phương án kiến trúc đối với công trình có yêu cầu kiến trúc;
- Bản vẽ phương án kết cấu chính, hệ thống kỹ thuật, hạ tầng kỹ thuật chủ yếu của công trình, kết nối với hạ tầng kỹ thuật của khu vực.

### **1.3.2.2. 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.

### **1.3.2.3. Thiết kế bản vẽ thi công (TKBVTC)**

Thiết kế bản vẽ 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 bản vẽ thi công có nhiệm vụ trực tiếp phục vụ thi công công trình. Thiết kế bản vẽ 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 hóa, chi tiết hóa 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 THI CÔNG

### 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 hóa 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).

#### **1.4.1.1. 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. Nội dung gồm các vấn đề sau:

- 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 cách 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 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.

#### **1.4.1.2. Hồ sơ của thiết kế tổ chức xây dựng 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.

#### **1.4.2. 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 hóa các quyết định của TKTCXD 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 nhiên liệu 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.

##### **1.4.2.1. Những nguyên tắc chính trong thiết kế tổ chức thi công**

###### **a) Đảm bảo chất lượng công trình**

Thiết kế tổ chức thi công được lập trên cơ sở phải đảm bảo chất lượng công trình dựa trên sự so sánh toàn diện về các mặt kỹ thuật, kinh tế, an toàn lao động, môi trường,...

###### **b) Cơ giới hóa thi công, cơ giới hóa đồng bộ**

- Mục đích: rút ngắn thời gian xây dựng công trình, nâng cao năng suất lao động, chất lượng công trình giảm tối đa lao động nặng nhọc cho con người, giảm tai nạn lao động.

- Áp dụng các phương pháp thi công tiên tiến và hiện đại, sử dụng tối đa về số lượng và năng suất của máy móc thiết bị sẵn có vào công tác vận chuyển và xây lắp.

*Lưu ý:* ưu tiên sử dụng cơ giới hóa trong thi công công trình, tuy nhiên phải tính toán sử dụng cho phù hợp với từng công trình, từng điều kiện cụ thể tránh lạm dụng cơ giới hóa dẫn đến lãng phí.

*c) Tổ chức lao động và cung ứng vật liệu hợp lý*

- Tận dụng lao động địa phương kết hợp với công nhân chuyên nghiệp.
- Tổ chức cung ứng, vận chuyển vật liệu, sử dụng kho bãi, dự trữ vật liệu phải hợp lý.

*d) Áp dụng tối đa phương pháp thi công theo dây chuyền*

- Ưu điểm nổi bật của thi công dây chuyền là nhân công ổn định, năng suất lao động cao, rút ngắn được thời gian thi công, hạ giá thành xây dựng và đảm bảo tính chuyên môn hóa trong thi công.

Để có thể tổ chức thi công theo phương pháp dây chuyền cần lựa chọn phương án phân đoạn, đợt hợp lý, lựa chọn trình tự xây dựng nhằm sớm đưa công trình vào sử dụng, phân phối vốn đầu tư theo thời gian hợp lý, giảm ứ đọng vốn.

*e) Tổ chức thi công liên tục trong năm*

- Tập trung kế hoạch để đảm bảo hoàn thành đúng thời gian xây dựng do Nhà nước hoặc chủ đầu tư không chế, thi công dứt điểm từng công trình để sớm đưa vào sử dụng; ưu tiên công trình trọng điểm, chú ý kết hợp thi công các công trình phụ để hoàn thành và bàn giao đồng bộ.

- Đảm bảo thi công liên tục, hạn chế ảnh hưởng của thời tiết, có biện pháp tích cực để phòng thiên tai. Đặc điểm khí hậu Việt Nam thường mưa rầm vào tháng 1, 2, 3 mưa lớn kèm theo bão lũ vào các tháng 6, 7 mùa đông rét, mùa hè nóng bức,... do vậy cần có biện pháp phân tích, dự báo các ảnh hưởng của điều kiện khí hậu để có kế hoạch dự trữ vật tư, sắp xếp công việc cho phù hợp với điều kiện khí hậu, thời tiết từng mùa, ứng dụng khoa học kỹ thuật để khắc phục ảnh hưởng xấu của thời tiết.

- Khối lượng chuẩn bị và xây dựng tạm thời là ít nhất, tập trung mọi khả năng vào xây dựng công trình chính.

- Hạ giá thành xây dựng, phải thể hiện sự tiết kiệm về mọi mặt và hiệu quả kinh tế cao.

#### **1.4.2.2. Hồ sơ của thiết kế tổ chức thi công 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, kè...);

- 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 chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật (thời hạn xây dựng, trình độ cơ giới hóa, 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.

TKTCTC 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.

#### **1.4.2.3. Những yêu cầu của thiết kế tổ chức thi công**

Trong thiết kế tổ chức xây dựng 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 xây dựng và thi công là tìm kiếm biện pháp tổ chức hợp lý để xây dựng công trình trong thời gian ngắn nhất, với giá thành nhỏ nhất, chất lượng theo yêu cầu thiết kế.

Do vậy, khi thiết kế tổ chức thi công cần nắm vững các yêu cầu có tính nguyên tắc sau đây:

(1) Nắm vững các tư liệu, số liệu kỹ thuật, tự nhiên của địa điểm thi công công trình.

(2) Coi trọng và thực hiện tốt các công tác chuẩn bị (chuẩn bị trước khởi công xây dựng hạng mục, chuẩn bị thường xuyên trước khi tiến hành từng quá trình xây lắp). Trong đó phải làm trước và thật tốt kế hoạch tiến độ thi công toàn hạng mục, tiếp đến là đường thông, điện thông, nhân lực xe máy sẵn sàng đáp ứng tiến độ.

(3) Lựa chọn phương án thi công tiên tiến, khả thi và có hiệu quả. Muốn đạt được yêu cầu này phải dựa vào năng lực, kinh nghiệm và điều kiện của nhà thầu để lựa chọn, dựa vào phân tích đánh giá các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của phương án để lựa chọn. Khi đã sử dụng phương án công nghệ xây lắp tiên tiến cần phải áp dụng phương pháp tổ chức, quản lý sản xuất tiên tiến và phải nâng cao trình độ, tổ chức của đội ngũ cán bộ, công nhân viên lên mức tương xứng.

(4) Sắp xếp hợp lý các tổ hợp công tác, các công việc trong từng tổ hợp. Đây là một công việc khó và phức tạp nhất trong tổ chức thi công và lập kế hoạch tiến độ thi công. Trình tự các công việc được sắp xếp hợp lý sẽ khai thác tối đa các nguồn lực tham gia thi công, sử dụng triệt để



điều kiện mặt bằng và các yếu tố vật chất kỹ thuật đã bố trí trên công trường, góp phần tiết kiệm nhiều mặt trong quản lý xây lắp, làm cho thời gian của tiến độ được rút ngắn một cách hợp lý. Muốn sắp xếp thứ tự công việc được tốt phải làm rõ trình tự kỹ thuật và tổ chức giữa các công việc, phải đưa ra nhiều phương án sắp xếp, từ đó phân tích, đánh giá, điều chỉnh để đi đến quyết định phương án sắp xếp tối ưu.

(5) Phải biết phối hợp hợp lý, chặt chẽ giữa công tác xây dựng và công tác lắp đặt thiết bị công trình, thiết bị công nghệ.

(6) Khi lựa chọn phương án thi công, cần phải tiến hành phân tích, tính toán các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật có liên quan, làm rõ độ tin cậy và hiệu quả của phương án trước hết là về chất lượng, về thời gian và chi phí thực hiện.

(7) Khi thiết kế tổ chức thi công và lập kế hoạch tiến độ thi công phải luôn luôn quán triệt 3 khống chế chính: khống chế chất lượng, khống chế tiến độ và khống chế đầu tư chi phí; phải thể hiện sự khống chế này ở từng giai đoạn (công tác chuẩn bị, thi công xây lắp, nghiệm thu - bàn giao) và trong từng quá trình công tác.

(8) Luôn nắm vững trong tay hợp đồng thi công, quy chuẩn chính sách quản lý hiện hành về đầu tư xây dựng.

## 1.5. CÁC PHƯƠNG PHÁP TỔ CHỨC THI CÔNG

Giả sử cần lập kế hoạch tiến độ và tổ chức thi công một nhóm  $m$  ngôi nhà (hoặc một ngôi nhà được chia ra  $m$  đoạn) có khối lượng và cơ cấu công tác gần giống nhau. Có thể triển khai thi công theo các phương thức sau đây.

### 1.5.1. Phương pháp thi công tuần tự

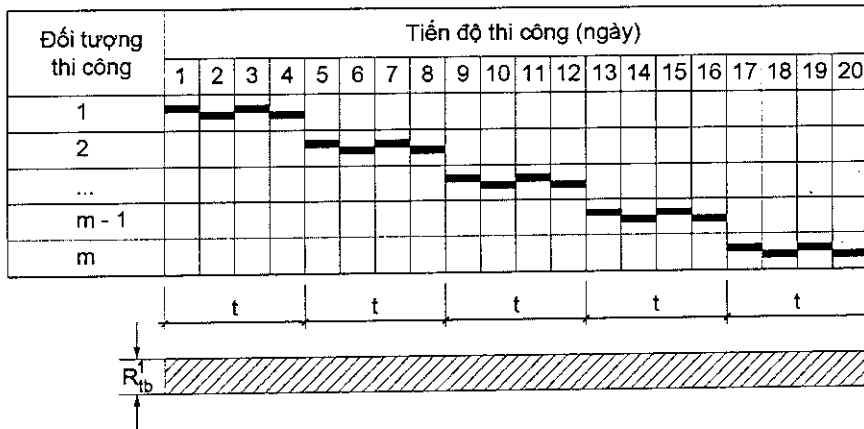
Thi công tuần tự là phương thức triển khai thi công từng ngôi nhà, xong ngôi nhà này đến ngôi nhà khác, lần lượt từ ngôi nhà thứ nhất đến ngôi nhà thứ  $m$  (thể hiện trên Hình 1.3).

Nhận xét:

- Mức độ sử dụng các nguồn lực  $R_{tb}^1$  (tính bình quân) trong thi công thấp, không gây ra sự căng thẳng cho công tác cung ứng tài nguyên và quản lý tác nghiệp.

- Thời gian thi công m đoạn hoặc cả nhóm nhà rất dài. Nếu gọi t là thời gian thi công một nhà thì tổng thời gian thi công toàn nhóm  $T = mt$ .

- Luôn luôn xảy ra tình trạng gián đoạn sản xuất (gián đoạn sử dụng nhân công chuyên nghiệp cả xe máy chuyên dụng...), không thể khai thác triệt để mặt bằng thi công, các cơ sở vật chất và hạ tầng kỹ thuật đã được tạo ra trên công trường.



**Hình 1.3. Phương pháp triển khai thi công tuần tự**

### 1.5.2. Phương pháp thi công song song

Thi công song song là phương thức triển khai thi công cùng một lúc m ngôi nhà và tiến hành thi công song song đến kết thúc để bàn giao (thể hiện trên Hình 1.4).

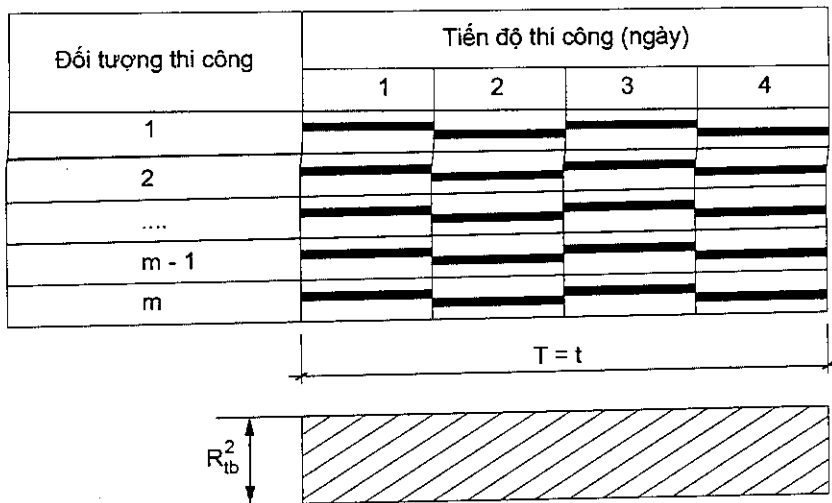
Khi hoàn thành một công trình thì tất cả công trình cùng xong.

Nhận xét:

- Thời gian thi công cả nhóm rất ngắn, chỉ bằng thời gian thi công một nhà:  $T = t$ .

- Cường độ sử dụng các nguồn lực tăng vọt so với thi công tuần tự ( $R_{tb}^2 = mR_{tb}^1$ ), do đó cường độ cung ứng vật tư kỹ thuật, nhu cầu kho bãi,... cũng có thể tăng lên m lần làm cho điều hành tổng thể và quản lý tác nghiệp luôn luôn trong tình trạng khẩn trương căng thẳng và cũng có khi vấp phải bế tắc.

- Cũng không loại trừ được những gián đoạn sản xuất do đặc điểm của công nghệ và tổ chức xây lắp tạo nên.



**Hình 1.4. Phương pháp triển khai thi công song song**

### 1.5.3. Phương pháp thi công dây chuyền

Kinh nghiệm tổ chức sản xuất trong các ngành công nghiệp đã chỉ ra rằng phương pháp sản xuất dây chuyền đem lại hiệu quả rất cao trong tổ chức sản xuất sản phẩm hàng loạt. Với phương pháp này, các quá trình sản xuất được tiến hành liên tục, nhịp nhàng, năng suất lao động cao, tốc độ sản xuất nhanh, chất lượng tốt và giá thành sản phẩm hạ. Nguyên tắc liên tục và nhịp nhàng là cơ sở của phương pháp sản xuất dây chuyền.

Phương pháp thi công dây chuyền được thể hiện trên Hình 1.5.

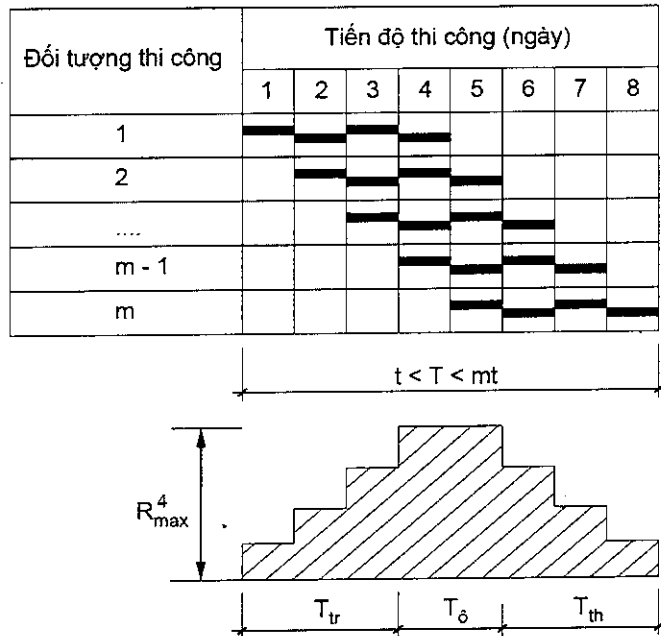
Nhận xét:

- Các quá trình sản xuất hay các hạng mục lần lượt được triển khai theo một nhịp điệu nhất định, do vậy sản phẩm (hoàn chỉnh hay trung gian) cũng được tạo ra theo từng chu kỳ thời gian nhất định.

- Các quá trình sản xuất hay các hạng mục được tiến hành liên tục, nhịp nhàng qua các khu vực (đoạn) từ khởi đầu đến kết thúc.

- Chu kỳ sản xuất tổng thể cũng được chia thành 3 giai đoạn rõ rệt: giai đoạn triển khai ( $T_{tr}$ ), giai đoạn ổn định ( $T_0$ ) và giai đoạn thu hẹp ( $T_{th}$ ); biểu đồ sử dụng các nguồn lực (còn gọi là biểu đồ sử dụng tài nguyên) cũng tiến triển tăng dần, ổn định rồi thu hẹp. Đặc điểm này làm cho công tác quản lý, cung ứng và tiêu thụ trở nên liên tục, nhịp nhàng, thuận lợi và có hiệu quả cao.

Với đặc điểm cố định của sản phẩm xây dựng, việc ứng dụng phương pháp tổ chức sản xuất dây chuyền trong công tác xây lắp trở nên rất khó khăn. Trong thực tế, không thể tổ chức sản xuất dây chuyền cho tất cả các quá trình xây lắp trực tiếp hình thành công trình, có khả năng chia cắt về không gian thành các đoạn (hay khu vực) theo phương ngang và các đợt chiều cao theo phương đứng, như: chia đoạn thi công móng; chia đoạn kết hợp với phân đợt trong tổ chức thi công kết cấu thân công trình...



**Hình 1.5.** Phương pháp triển khai thi công theo dây chuyền

Thi công theo dây chuyền là chia công trình thành nhiều phần việc có chuyên môn riêng biệt và tổ chức các tổ đội có chuyên môn ứng thực hiện như một dây chuyền sản xuất từ công trình (phần đoạn) này sang công trình (phần đoạn) khác.

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.

## 1.6. HỒ SƠ CỦA THIẾT KẾ TỔ CHỨC THI CÔNG

Hồ sơ thiết kế tổ chức thi công bao gồm:

1. Tiến độ xây dựng các công trình đơn vị với khối lượng thi công chính xác;
2. Tổng tiến độ khái quát cho toàn công trường và các giai đoạn xây dựng;
3. Tổng mặt bằng công trình;
4. Bản liệt kê khối lượng các công việc trong giai đoạn chuẩn bị và biểu đồ thực hiện;
5. Biểu đồ cung ứng vật tư tài chính;
6. Biểu đồ nhu cầu nhân lực theo ngành nghề, máy xây dựng và vận chuyên;
7. Phiếu công nghệ cho những công việc thi công phức tạp và mới;
8. Hồ sơ máy móc thiết bị và phiếu chuyển giao công nghệ cho những công việc thi công đặc biệt, quan trọng;
9. Bản thuyết minh về các giải pháp công nghệ, bảo hiểm, môi trường, an toàn lao động,...;
10. Các bản vẽ thiết kế thi công công trình tạm, lán trại.

## 1.7. MÔ HÌNH THÔNG TIN CÔNG TRÌNH - BIM

BIM (Building Information Modeling) - Mô hình thông tin công trình là một mô tả kỹ thuật số của những đặc trưng vật lý và công năng của công trình, là một nguồn thông tin được chia sẻ về công trình, hình thành lên một nền tảng cơ sở đáng tin cậy cho việc ra quyết định trong suốt

vòng đời của công trình, từ lúc lên ý tưởng ban đầu, xây dựng, vận hành và đến khi phá dỡ. Nói cách khác, BIM là quá trình xây dựng ảo dựa trên công cụ là các phần mềm cùng với sự tham gia của tất cả các bên liên quan đến dự án, từ kiến trúc sư, kỹ sư kết cấu, kỹ sư điện nước, nhà thầu, nhà quản lý... nhằm thu hẹp khoảng cách giữa các giai đoạn trong vòng đời dự án đồng thời phát hiện và xử lý các sự cố của dự án để dự án đạt được đúng những mục tiêu kế hoạch ban đầu.

Mô hình thông tin công trình (BIM) bắt đầu phổ biến từ những năm 1990, đã được ngành xây dựng của nhiều quốc gia, các học giả hàng đầu đánh giá đang và sẽ là công nghệ chủ đạo của ngành xây dựng trong nhiều thập niên sắp tới và có khả năng giúp lĩnh vực thiết kế, xây dựng và quản lý công trình giải quyết được các vấn đề lãng phí, năng suất thấp và thiếu hiệu quả đang tồn tại phổ biến.

Với vai trò là một cơ sở dữ liệu bao trùm toàn vòng đời của công trình, BIM bao hàm các mối liên hệ logic về mặt không gian, kích thước, số lượng, vật liệu, và các đặc tính của các bộ phận công trình. Cùng với khả năng kết hợp thông tin các bộ phận công trình với các thông tin về định mức, đơn giá, tiến độ thi công, chế độ vận hành bảo dưỡng..., BIM mang lại những thay đổi mang tính cách mạng trong việc tạo ra, thể hiện và sử dụng thông tin của công trình xuyên suốt các quá trình thiết kế, xây dựng và vận hành.

Hiện nay, BIM ngày càng trở thành xu hướng tất yếu của ngành xây dựng để tối ưu hóa việc thiết kế, thi công và quản lý công trình. Đã có nhiều quốc gia trên thế giới cũng như trong khu vực đang tích cực tiếp cận BIM để xây dựng các tiêu chuẩn và chiến lược quốc gia vì họ đã thấy được các lợi ích của BIM và coi BIM là một tiền đề quan trọng để tăng tính cạnh tranh cho ngành công nghiệp xây dựng cũng như gia tăng hiệu quả cho các hoạt động quản lý nhà nước trong xây dựng, đặc biệt là đầu tư công. Chính chủ ở một số nước đã thành lập các tổ chức phát triển BIM như Mỹ (2008), Vương Quốc Anh (2011), Canada (2008) Singapore (2013).

Trong vài năm trở lại đây, các doanh nghiệp xây dựng hàng đầu Việt Nam như VNCC, Hòa Bình, Conteccons... đã đầu tư mạnh mẽ vào

Mô hình thông tin công trình (BIM) nhằm nâng cao hiệu quả sản xuất kinh doanh và năng lực cạnh tranh.

Một số công trình như: Dự án tòa nhà cao tầng Vietinbank Tower, Cầu Sài Gòn 2, Nhà máy nhiệt điện Thái Bình... đã được các tư vấn nước ngoài cũng như tư vấn trong nước triển khai áp dụng công nghệ BIM trong thiết kế, thi công hay phối hợp giữa các đơn vị liên quan.

Khoản 3, Điều 4 Luật Xây dựng số 50/QH13/2014 ngày 16/06/2014 về “Nguyên tắc cơ bản trong hoạt động xây dựng” có ghi “Ứng dụng khoa học và công nghệ, áp dụng hệ thống thông tin công trình trong hoạt động đầu tư xây dựng”.

Nghị định 32/2015/NĐ-CP ngày 25/03/2015 về quản lý chi phí đầu tư xây dựng trong Mục 2 Điều 23 có xác định “Ứng dụng khoa học công nghệ, quản lý hệ thống thông tin công trình” nằm trong “Chi phí quản lý dự án”.

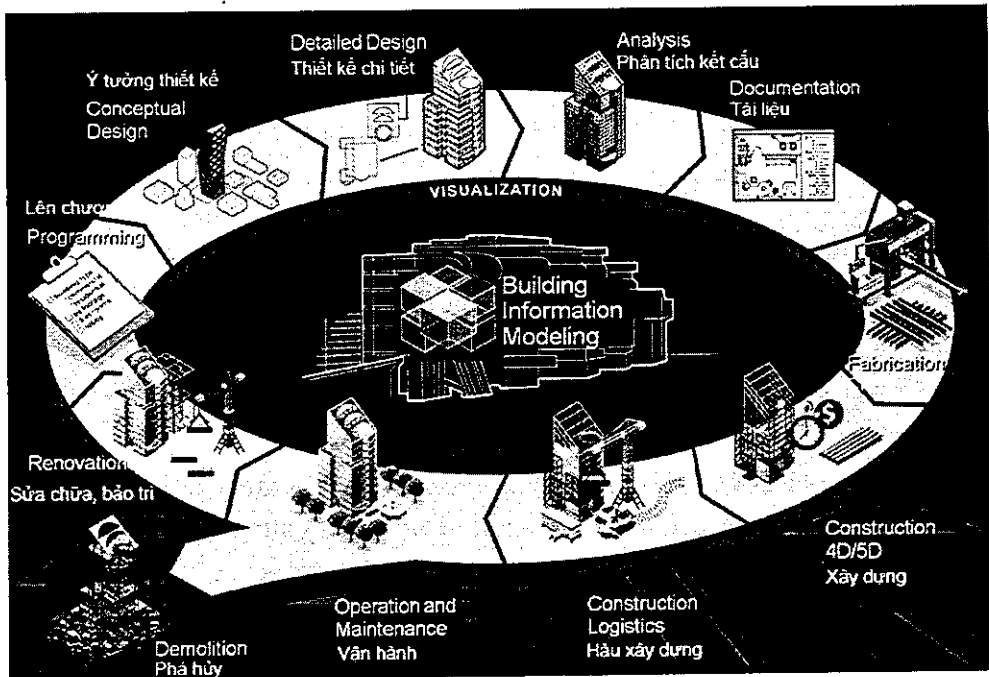
Thông tư 06/2016/TT-BXD ngày 10/03/2016 về hướng dẫn xác định và quản lý chi phí đầu tư xây dựng cũng xác định Chi phí quản lý dự án và Chi phí tư vấn đầu tư xây dựng có bao gồm “Ứng dụng hệ thống thông tin công trình”.

Đề án tái cơ cấu ngành xây dựng: QĐ 134/QĐ-TTg ngày 26/01/2015 trong Mục 7 Điều III về các giải pháp chủ yếu: “Nghiên cứu, hợp tác với các nước phát triển trong việc áp dụng và làm chủ các công nghệ và kỹ thuật hiện đại trong khoa học quản lý xây dựng và kinh tế xây dựng”. Ứng dụng Mô hình thông tin công trình BIM, ứng dụng các phần mềm thiết kế xây dựng ảo VDC (Virtual Design and Construction).

Từ kinh nghiệm của các nước trên thế giới về vai trò dẫn dắt của nhà nước trong việc thúc đẩy BIM cho ngành Xây dựng, Viện Kinh tế - Bộ Xây dựng đã thực hiện đề tài nghiên cứu cấp Bộ, Nghiên cứu lộ trình áp dụng BIM vào ngành Xây dựng, tháng 8/2016 sẽ ban hành đề án: Lộ trình áp dụng BIM vào ngành Xây dựng Việt Nam.

Quy trình thực hiện BIM được thực hiện như hình sau:

BIM sử dụng các phần mềm 3D để tạo lập và sử dụng mô hình thông tin trong các khâu thiết kế, xây dựng và vận hành của công trình. Để phân tích mô hình, phát hiện các xung đột, lựa chọn sản phẩm, và mô hình toàn dự án.



*Hình 1.6. Quy trình thực hiện BIM*

Mô hình BIM để Chủ đầu tư có thể tiếp nhận quản lý là một sự kết hợp mô hình BIM của các bên tham gia như thiết kế, nhà thầu... mà bao gồm thông tin về công trình, từ lúc lên kế hoạch cho đến lúc hoàn thành. Mô hình BIM đó không chỉ là một mô hình ảo mà còn là kho dữ liệu mà bao gồm các thông tin về dự án, không gian, thiết bị, lắp đặt, bảo hành... ở dạng hình ảnh hoặc thông tin đơn thuần.

Thông thường mô hình BIM từ thiết kế được chuyển sang cho nhà thầu, nhà thầu sẽ sử dụng và đính kèm các thông tin lên. Sau khi nhà thầu hoàn thành trên công trường, mô hình đó sẽ được cập nhật với tất cả thông tin. Mô hình thực tế này sẽ được chuyển cho Chủ đầu tư để Chủ đầu tư có thể tiếp nhận quản lý, vận hành thiết bị, duy tu bảo dưỡng... và cả quản lý Nhà nước.

*\* Ưu điểm của BIM:*

- *Lợi ích cho Chủ đầu tư trước khi xây dựng:* cung cấp cho Chủ đầu tư khái niệm, sự khả thi, lợi ích của thiết kế; tăng hiệu quả và chất lượng công trình; tăng cường sự hợp tác thông qua việc phân phối dự án được tích hợp.



- *Lợi ích thiết kế*: hình dung bản thiết kế nhanh hơn và chính xác hơn. Tự động sửa đổi khi có chỉnh sửa thiết kế; thể hệ của bản vẽ 2D chính xác và nhất quán tại bất kỳ giai đoạn nào của dự án; xuất ra dự toán chi phí bất cứ lúc nào trong quá trình thiết kế.

- *Lợi ích trong quá trình xây dựng*: sử dụng các mô hình thiết kế như là một cấu kiện chế tạo sẵn; phản ứng nhanh nhạy trước những thay đổi thiết kế; phát hiện những lỗi và thiết sót của thiết kế trước khi xây dựng; đồng nhất giữa thiết kế và mặt bằng công trường; đồng nhất quá trình mua sắm với thiết kế và công trường.

Những lợi ích sau khi hoàn thiện công tác xây dựng đưa vào sử dụng, vận hành: quản lý và vận hành thiết bị tốt hơn; tích hợp vận hành thiết bị với hệ thống quản lý; hỗ trợ rất tốt cho quản lý Nhà nước từ lúc thi công cho đến lúc kết thúc dự án và cả sau này, và dùng cho cả các dự án khác; có thể hỗ trợ tạo lập một thành phố số bằng BIM, tạo thuận lợi, đồng bộ và chính xác trong quản lý Nhà nước.

Hiện nay, các phần mềm dùng để tạo mô hình dạng BIM có thể kể đến như: Bentley, AECOSim Building Designer, ArchiCAD, MagiCAD, Tekla, Autodesk Revit, Synchro PRO, VectorWorks, Trimble SketchUp.

## Chương 2

# NGUYÊN TẮC CHUNG KHI LẬP TIẾN ĐỘ THI CÔNG

### 2.1. MỤC ĐÍCH VÀ Ý NGHĨA CỦA TIẾN ĐỘ THI CÔNG CÔNG TRÌNH

#### 2.1.1. Mục đích

Xây dựng dân dụng và công nghiệp cũng như các ngành sản xuất khác muốn đạt được những mục đích đề ra phải có một kế hoạch sản xuất cụ thể. Một kế hoạch sản xuất được gắn liền với trục thời gian người ta gọi đó là kế hoạch lịch hay tiến độ.

Cụ thể hơn tiến độ là kế hoạch sản xuất được thể hiện bằng biểu đồ. Nội dung bao gồm các số liệu tính toán, các giải pháp được áp dụng trong thi công bao gồm: công nghệ, thời gian, địa điểm, vị trí và khối lượng các công việc xây lắp và thời gian thực hiện chúng. Có hai loại tiến độ trong xây dựng là tiến độ tổ chức xây dựng do cơ quan tư vấn dự án lập và tiến độ thi công do đơn vị nhận thầu lập.

Tiến độ có vai trò hết sức quan trọng trong tổ chức thi công, vì nó hướng tới các mục đích sau:

- Kết thúc và đưa vào các hạng mục công trình từng phần cũng như tổng thể vào hoạt động đúng thời hạn định trước;
- Sử dụng hợp lý máy móc thiết bị;
- Giảm thiểu thời gian ứ đọng tài nguyên chưa sử dụng;
- Lập kế hoạch sử dụng tối ưu về cơ sở vật chất kỹ thuật phục vụ xây dựng;
- Cung cấp kịp thời các giải pháp có hiệu quả để tiến hành thi công công trình;
- Tập trung sự chỉ đạo vào các công việc cần thiết;
- Để tiến hành kiểm tra tiến trình thực hiện công việc và thay đổi có hiệu quả.

### 2.1.2. Ý nghĩa

Kế hoạch tiến độ thi công công trình là loại văn bản kinh tế kỹ thuật quan trọng trong thi công. Văn bản này thể hiện tập trung những vấn đề then chốt của tổ chức sản xuất như: trình tự triển khai các công tác và thời hạn hoàn thành của nó, các biện pháp kỹ thuật, tổ chức và an toàn cần phải tuân theo để đảm bảo chất lượng và thời hạn thi công chung của công trình.

Khi lập kế hoạch tiến độ thi công công trình, cùng với sự tuân thủ các quy trình kỹ thuật bản kế hoạch tiến độ thi công cần căn cứ vào các điều kiện năng lực cụ thể của đơn vị nhận thầu để đưa ra các giải pháp thi công và các phương án tổ chức thực hiện phù hợp. Bởi vậy khi đã được cấp có thẩm quyền phê duyệt thì kế hoạch tiến độ sẽ trở thành một văn bản có tính pháp lý, mọi hoạt động tiếp đó phải phục tùng những yêu cầu của tiến độ đã lập để đảm bảo cho các quy trình xây lắp được tiến hành liên tục, nhịp nhàng theo đúng thứ tự và tốc độ đã quy định.

Căn cứ vào kế hoạch tiến độ chung mới có thể lập các kế hoạch phục vụ sản xuất tiếp theo như: kế hoạch lao động tiền lương, kế hoạch cung ứng vật tư, kế hoạch sử dụng thiết bị v.v...

Kế hoạch tiến độ lập ra có căn cứ khoa học và độ tin cậy cao sẽ giúp cho công tác quản lý và chỉ đạo sản xuất có chất lượng, rút ngắn thời hạn thi công công trình, thuận lợi cho khoán sản phẩm và hạch toán kinh tế, nâng cao trình độ quản lý, trình độ tổ chức sản xuất và tinh thần trách nhiệm của cán bộ công nhân viên.

## 2.2. CƠ SỞ LẬP KẾ HOẠCH TIẾN ĐỘ

Kế hoạch tiến độ thi công của gói thầu, công trình, hay dự án xây dựng được lập dựa trên các cơ sở sau:

- Hồ sơ thiết kế bản vẽ thi công đã được phê duyệt (Hồ sơ kiến trúc, kết cấu công trình, các chỉ dẫn kỹ thuật thi công);
- Quy định về thời điểm khởi công và thời hạn cần hoàn thành;
- Các tài liệu điều tra kinh tế - kỹ thuật và điều kiện cung cấp vật liệu, cấu kiện đúc sẵn;

- Năng lực sản xuất của nhà thầu thi công, khả năng hợp đồng với các nhà thầu phụ;

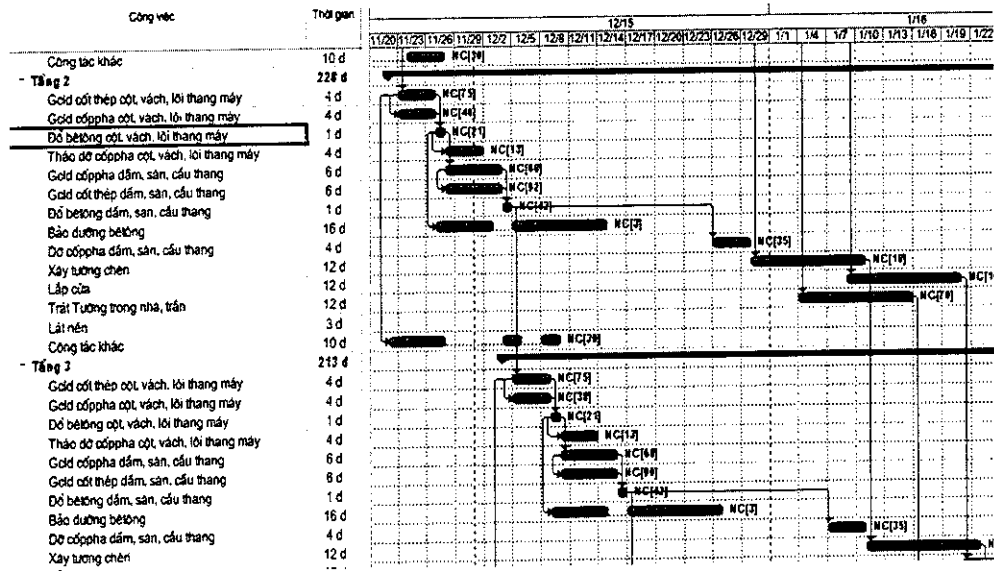
- Các tiêu chuẩn, định mức, quy trình quy phạm thi công hiện hành v.v...

## 2.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP LẬP TIẾN ĐỘ THI CÔNG

### 2.3.1. Các phương pháp phổ biến

#### 2.3.1.1. Sơ đồ ngang

Những nội dung công việc được thể hiện bằng các đường nằm ngang liên tục hoặc đứt quãng tỷ lệ với lịch thời gian. Đường biểu diễn thể hiện công việc, thời gian ngày hoàn thành công việc. Phía trên thể hiện số nhân công, ca máy hoặc vật tư cần thiết cho công việc theo từng ngày. Các đường nằm ngang lại quan hệ với nhau theo một trật tự nhất định tùy theo tính chất của các công việc.

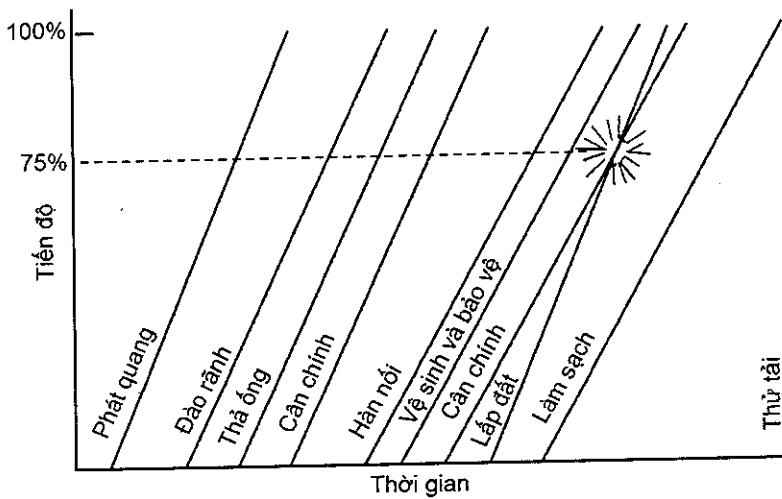


Hình 2.1: Trích tiến độ thi công của dự án xây dựng

#### 2.3.1.2. Sơ đồ dây chuyền (Sơ đồ xiên)

Sơ đồ xiên hay biểu đồ chu kỳ (Cyklogram, Linear Scheduling Method (LSM)), hay Line of Balance (LoB), là phương pháp thể hiện tiến độ của dự án, bằng các đường đồ thị bậc nhất trong tọa độ đề các phẳng, với trục hoành

biểu diễn thông số thời gian của công việc và trục tung là trục biểu diễn thông số không gian của công việc. Yếu tố cơ bản của dự án là các công việc, mà mỗi công việc được thể hiện bằng một đường đồ thị bậc nhất gấp khúc tại các điểm tung độ và hoành độ nguyên dương, phát triển theo cả hai hướng không gian và thời gian, tạo thành những đường xiên.

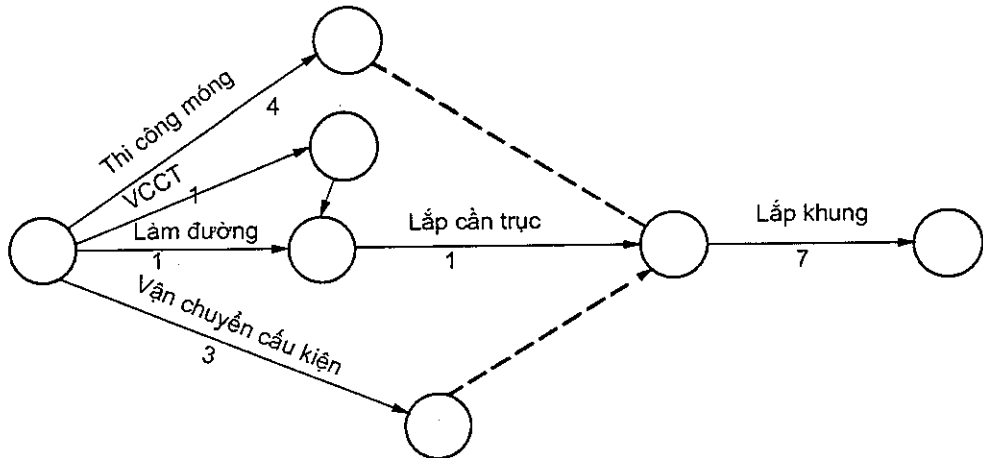


**Hình 2.2:** Ví dụ về tiến độ dây chuyền cho công trình lắp ống dẫn dầu

### 2.3.1.3. Sơ đồ mạng

Sơ đồ mạng CPM (tức là Phương pháp Đường găng), là phương pháp mà cốt lõi của nó là dùng lý thuyết đồ thị có hướng để xác định đường đi trong mạng, từ thời điểm khởi công dự án đến thời điểm kết thúc dự án, qua một số các công việc và các mối quan hệ giữa các công việc này, có chiều dài lớn nhất. Chiều dài đường găng cũng chính là tổng thời gian thực hiện toàn bộ dự án. Phương pháp này, thường phổ biến áp dụng cho các dự án mà các công việc nằm trong dự án có thời lượng (thời gian công việc) xác định (các công việc đều có định mức sử dụng tài nguyên thông thường và thời gian, được xác định sẵn). Trong trường hợp các công việc chưa từng có định mức, thì phải kết hợp phương pháp này với lý thuyết xác suất thống kê, khi đó thành một phương pháp sơ đồ mạng mới là phương pháp PERT. Có hai dạng phương pháp sơ đồ mạng CPM là dạng "công việc trên nút" (AoN, Activity on node) (các đỉnh của mạng đồ thị có hướng thể hiện các công việc, còn các cung đồ thị nối các đỉnh

đại diện cho mỗi quan hệ), và dạng "công việc trên mũi tên" (AOA, Activity on arrow) (các đỉnh của mạng đồ thị có hướng thể hiện các mối quan hệ giữa các công việc, còn các cung đồ thị nối các đỉnh (mũi tên) đại diện cho công việc). Phương pháp CPM này, được người Mỹ phát triển vào năm 1959 gần như đồng thời với phương pháp PERT, đầu tiên được gắn với dạng thể hiện thứ 2 (công việc trên mũi tên, phương pháp ADM), nên thường được đồng nhất với phương pháp sơ đồ mạng ADM.



**Hình 2.3:** Sơ đồ mạng thi công lắp ghép 1 ngôi nhà bằng căn trực thép (VCCT: vận chuyển căn trực)

Sơ đồ mạng PERT (tức là Kỹ thuật ước lượng và đánh giá chương trình, hay Kỹ thuật ước lượng và kiểm tra dự án), là phương pháp áp dụng kết hợp giữa lý thuyết xác suất thống kê (để ước tính thời lượng công việc trong các dự án mà công việc có thời lượng không xác định trước), với dạng sơ đồ mạng đường găng sử dụng lý thuyết đồ thị. Phương pháp này do người Hoa Kỳ phát triển vào năm 1958.

Sơ đồ mạng ADM (tức là Phương pháp sơ đồ mạng thể hiện bằng mũi tên), là phương pháp sơ đồ mạng CPM thể hiện công việc bằng mũi tên.

Sơ đồ mạng MPM (tức là Phương pháp tiềm lực Metra (tiếng Anh: Metra potential method), hay Sơ đồ mạng nút công việc MPM), là phương pháp sơ đồ mạng CPM thể hiện công việc bằng nút, quan hệ bằng mũi tên (cũng là lý thuyết mạng đồ thị có hướng), được phát triển độc lập bởi người Pháp vào năm 1958 cùng lúc với PERT.

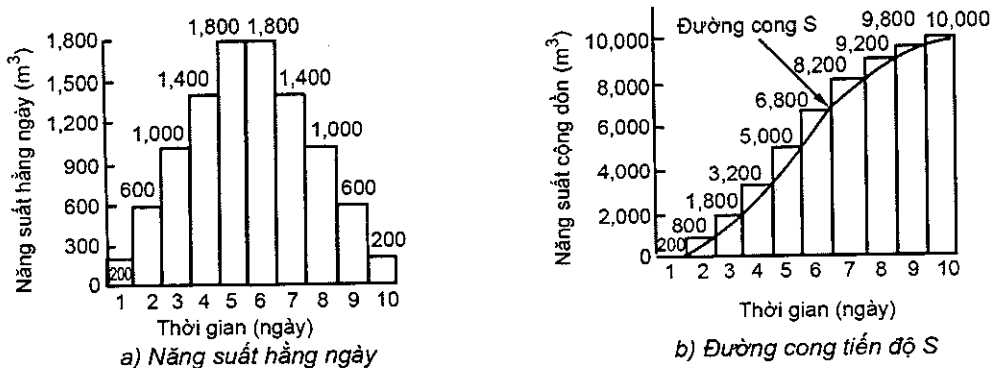
Sơ đồ mạng PDM (tức là Phương pháp sơ đồ mạng theo quan hệ, hay Phương pháp sơ đồ mạng nút PDM), là phương pháp sơ đồ mạng CPM thể hiện công việc bằng nút, được người Hoa Kỳ phát triển trên cơ sở cải tiến các phương pháp CPM của Hoa Kỳ và phương pháp sơ đồ mạng MPM của người Pháp. Phương pháp này chú trọng việc thể hiện được tất cả các kiểu mối quan hệ trong thực tế giữa các công việc mà phương pháp sơ đồ mạng ADM không thể hiện được (phương pháp ADM chỉ thể hiện được một loại mối quan hệ duy nhất là mối quan hệ tuần tự FS (Finish to Start), với các loại quan hệ khác ADM phải dùng các cách đặc biệt trong đó có việc dùng công việc ảo). Phương pháp PDM này là cơ sở thuật toán cho phần mềm Microsoft Project.

Sơ đồ mạng CCPM (tức là Sơ đồ mạng chuỗi găng CCM (Critical Chain Method), hoặc Quản lý dự án theo chuỗi găng CCPM (Critical Chain Project Management).

### 2.3.2. Một số phương pháp lập tiến độ thi công khác

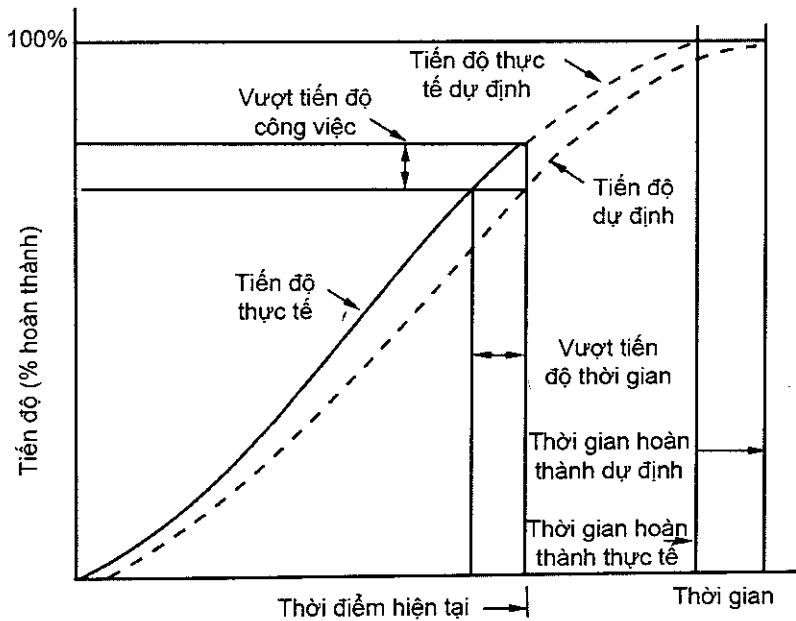
#### 2.3.2.1. Phương pháp đường cong tiến độ

Đường cong tiến độ hay đường cong S, là đồ thị dạng biểu đồ để chỉ ra một vài thông số về tiến độ công dồn trên trục tung theo thời gian trên trục hoành. Tiến độ thực hiện công việc có thể là chi phí xây dựng, khối lượng công việc đã hoàn thành, số nhân công đã sử dụng hoặc một chỉ số nào đó thể hiện tiến độ thi công. Đơn vị tính sẽ là mét khối, mét vuông, mét dài, tiền đồng,... hoặc phần trăm tổng số khối lượng cần phải hoàn thành.

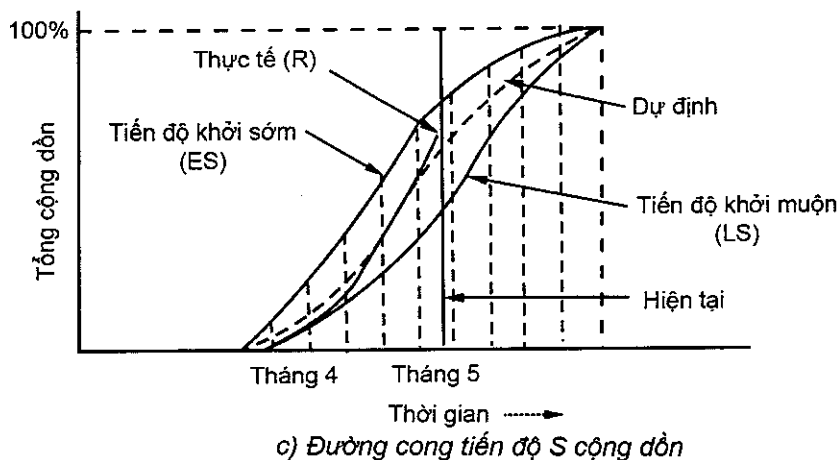


Hình 2.4: Đường cong tiến độ cho công việc đào đất 10 ngày 10.000m<sup>3</sup>

Đường cong tiến độ có khả năng thể hiện một vài mặt trong tiến độ dự án. Khi công trường đang thi công thì tiến độ thực tế sẽ được vẽ ra và so sánh với những dự định ban đầu. Từ đó có thể đưa ra các dự đoán và biện pháp cụ thể dựa trên độ dốc của đường cong S. Tuy nhiên để làm được điều này thì cần có một hiểu biết tốt về quản lý xây dựng, tìm ra các nguyên nhân cụ thể và có kế hoạch chi tiết cho hiện tại và tương lai.



**Hình 2.5:** Chuẩn bị kế hoạch và thông báo tiến độ



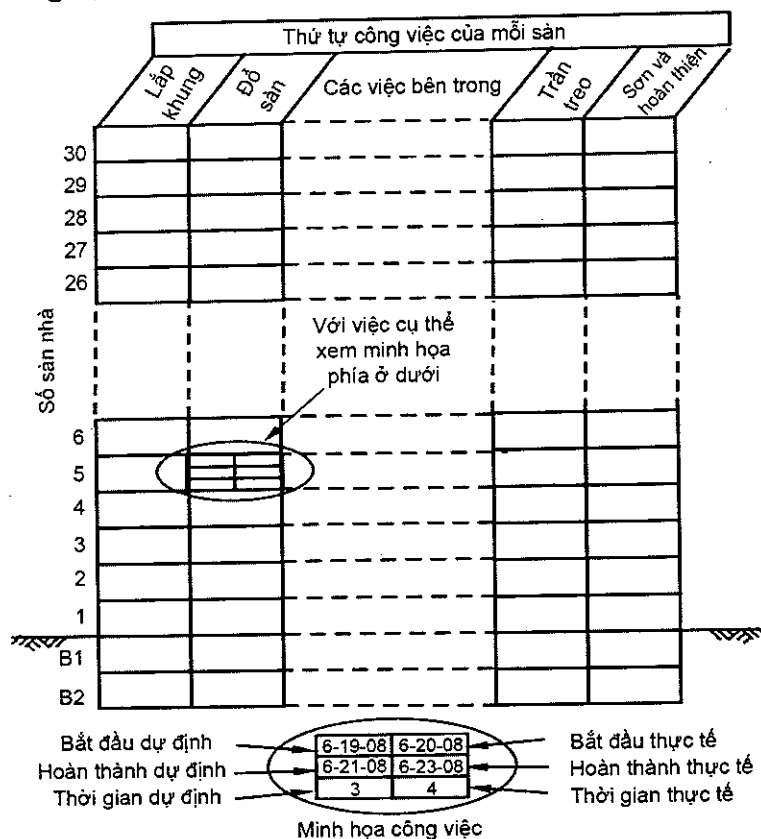
**Hình 2.6:** Đường cong S cho luồng tiền của dự án



Luồng tiền đã chi trả có thể được vẽ ra trên đồ thị cho đường cong chi phí. Có thể vẽ nhiều đường cong cho 1 thông tin theo kế hoạch, thực tế, tiến độ khởi sớm, tiến độ khởi muộn để có thể so sánh, từ đó đánh giá được mức độ thực hiện dự án.

### 2.3.2.2. Phương pháp tiến độ ma trận

Tiến độ ma trận được phát triển lên từ phương pháp tương đối phổ biến trong thi công nhà cao tầng với các tầng kế tiếp nhau có bố trí mặt bằng tương đối giống nhau. Các đầu mục công việc ở tầng này gần như được lặp lại hết ở tầng kia. Trục quan nhìn vào sơ đồ tiến độ, cán bộ dự án có thể nói nhanh được công việc hoàn thành gắn với sự hoàn thành của công trình. Tuy nhiên, phương pháp này không được áp dụng nhiều trong thi công xây dựng, nó lại có hiệu quả cao đối với một số điều kiện công trường cụ thể.



Hình 2.7: Tiến độ ma trận cho một công trình nhà cao tầng

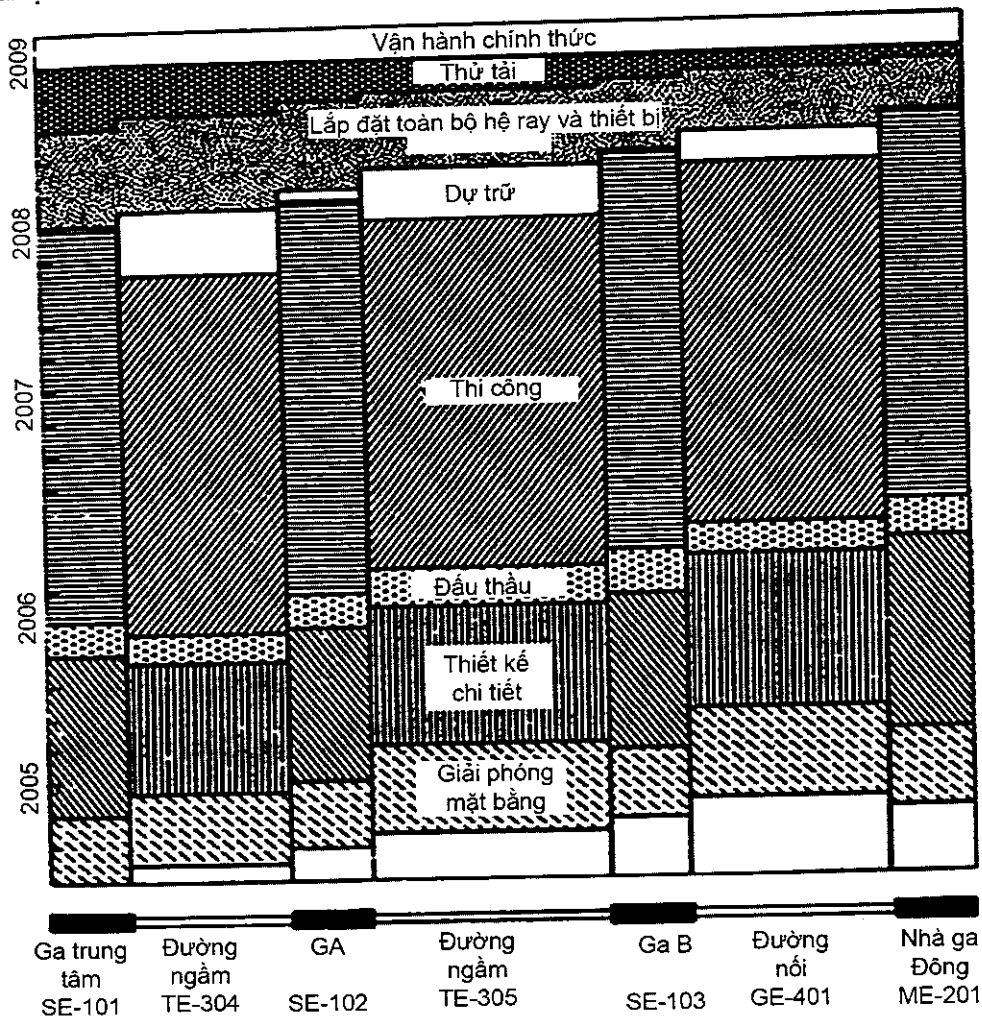
Đường ngang trong tiến độ ma trận thể hiện các bản sàn nhà, bắt đầu từ tầng hầm cho tới mái. Tuy nhiên đường đứng không giống kết cấu của toàn nhà mà chỉ ra các hoạt động được thực hiện tại mỗi bản sàn. Cần phải đọc tiến độ ma trận từ trái sang phải với nội dung công việc được viết ra phía trên đầu, và các công việc tại mỗi sàn cơ bản tuân theo thứ tự thời gian. Khi đó tiến độ thi công của công trình sẽ được thực hiện tuần tự từ góc bên trái của hàng dưới cùng cho đến góc bên phải của hàng trên cùng.

Trong tiến độ ma trận thì mỗi công việc sẽ được lập tiến độ trong một ô giới hạn bởi các đường đứng và đường ngang. Những ô này sẽ lại được chia nhỏ ra để ghi rõ những thông tin cơ bản như ngày dự định/ thực tế bắt đầu và kết thúc, khoảng thời gian yêu cầu,.... Nếu muốn rõ hơn thì có thể tô các màu khác nhau vào các ô để dễ dàng nhận biết các việc đã hoàn thành, đang thực hiện và chưa tiến hành. Có thể thấy rằng kiểu tiến độ ma trận rất phù hợp khi áp dụng cho các công trình nhà cao tầng với cách kiểm tra, đánh giá tiến độ đơn giản từ trái qua phải và từ dưới lên trên.

### ***2.3.2.3. Phương pháp tiến độ tuần tự***

Nếu như phương pháp tiến độ ma trận thi công theo phương đứng của nhà cao tầng thì tiến độ tuần tự thi công theo phương ngang. Với các công trình loại này thì chúng sẽ được phân chia thành các phần việc tương đối độc lập với nhau theo phương ngang và thực hiện tuần tự (có thể chồng lên nhau) theo phương pháp cuốn chiếu. Trục ngang của tiến độ sẽ chỉ ra các phần việc cụ thể cần thực hiện tuần tự từ trái sang phải. Trục đứng sẽ chỉ ra mốc thời gian phải hoàn thành các công việc của từng phần việc như giải phóng mặt bằng, thiết kế, đấu thầu, xây dựng... Điểm ưu việt của phương pháp lập tiến độ này là chỉ ra được khoảng thời gian dự trữ cho từng phần việc, qua đó thành viên nhóm dự án có thể biết được đâu là các phần việc phải ưu tiên nhiều nếu chúng có ít hoặc không có thời gian dự trữ. Một lợi thế nữa của phương pháp này là thể hiện được các công việc cụ thể cần thực hiện với sự kết hợp của toàn bộ các phần việc với nhau, chứ không phải của riêng từng phần việc nào. Như thể hiện trên đỉnh của tiến độ, công việc lắp dựng hệ thống thiết bị và

ray tàu hay công việc chạy thử tàu cần phải kết hợp toàn bộ công trình. Ngoài ra để thể hiện rõ ràng và dễ nhận biết thì các phần việc và công việc có thể được tô màu hay đánh dấu khác nhau để mọi người có thể nhận ra.



Hình 2.8: Tiến độ thi công cho một đường ngầm

## 2.4. TRÌNH TỰ, NỘI DUNG VÀ CÁC BƯỚC LẬP TIẾN ĐỘ THI CÔNG

Để có thể xét toàn diện các nhân tố ảnh hưởng đến tiến độ thi công, khi soạn thảo kế hoạch tiến độ cần tuân theo trình tự và nội dung cơ bản sau đây:

### **2.4.1. Nghiên cứu các tài liệu thiết kế, thi công và các điều kiện liên quan**

Nghiên cứu kỹ tài liệu thiết kế, thi công và các điều kiện có liên quan để có thể vạch tiến độ sát với điều kiện cụ thể của công trình làm tăng tính hiện thực của kế hoạch sản xuất. Do đó trước khi bắt tay vào tính toán và thiết kế tiến độ thi công, cần phải thu thập và nghiên cứu kỹ các tài liệu có liên quan, bao gồm: các bản vẽ kiến trúc và kết cấu công trình; các bản vẽ tài liệu hướng dẫn thi công; các quy định về thời kỳ khởi công và thời hạn cần hoàn thành; các tài liệu điều tra kinh tế - kỹ thuật và điều kiện cung cấp vật liệu; cấu kiện đúc sẵn. Năng lực sản xuất của đơn vị nhận thầu, khả năng hợp đồng với các đơn vị xây lắp địa phương hoặc trung ương đóng ở khu vực lân cận. Các tiêu chuẩn định mức, quy trình quy phạm thi công hiện hành v.v...

Cần phải lưu ý rằng, từ khi thiết lập các hồ sơ trong giai đoạn thiết kế (kể cả thiết kế tổ chức xây dựng) đến khi thi công công trình là một giai đoạn, có lúc kéo dài nhiều năm, do vậy các số liệu điều tra khảo sát phục vụ cho soạn thảo các hồ sơ thiết kế có thể không còn phù hợp nữa. Khi thiết kế thi công và lập tiến độ thi công cụ thể cần phải nghiên cứu các tài liệu bổ sung hoặc thay đổi thiết kế như thay đổi dây chuyền công nghệ, thay đổi giải pháp kiến trúc và kết cấu, thay đổi biện pháp thi công v.v... Đồng thời phải kiểm tra sự thay đổi về địa chất thủy văn, về điều kiện cung cấp vật liệu, công cụ và xe máy thi công, khả năng sử dụng các kết cấu lắp ghép, khả năng nâng cao mức cơ giới hóa trong thi công v.v...

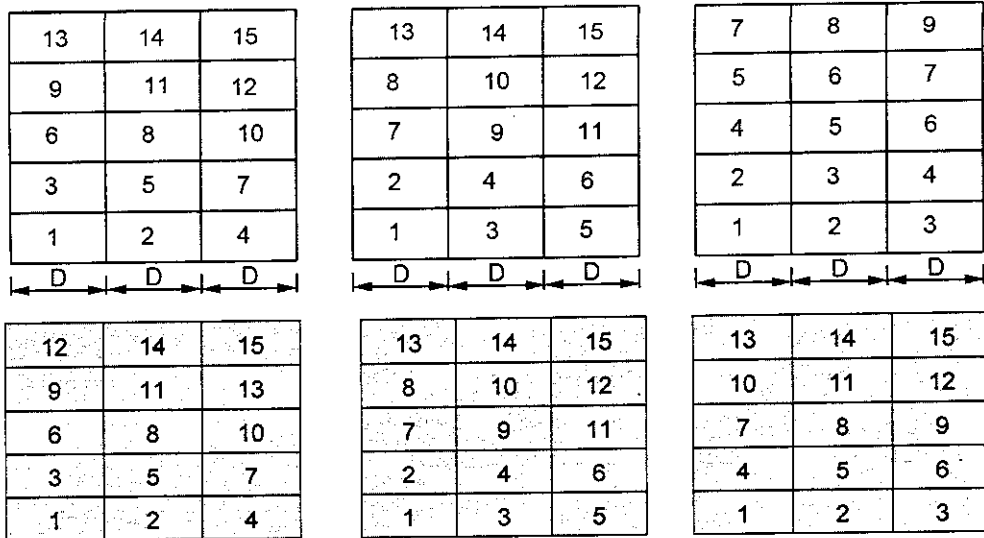
### **2.4.2. Phân chia đoạn, đợt thi công, các tổ hợp công tác và xác định các công việc trong từng tổ hợp**

Mục đích của công tác phân chia đoạn, đợt thi công và tổ hợp công tác nhằm có thể sắp xếp thi công song song xen kẽ nhịp nhàng ổn định, tạo điều kiện luân chuyển các thiết bị thi công và tổ đội nhằm làm tăng năng suất lao động.

Đoạn được chia theo mặt bằng của công trình, nếu đoạn lớn có thể chia tiếp thành các phân đoạn, vị trí tách đoạn thi công thường lấy tại khe co dãn hoặc khe lún của công trình.

- \* Đợt thi công thường được phân chia theo chiều cao (thường là 1 tầng nhà).

Đối với nhà cao tầng có thể tham khảo một số hình thức chia như sau:



**Hình 2.9:** Phân đoạn và phân đợt thi công cho nhà cao tầng

Để thi công bất kỳ loại công trình nào người ta cũng cần tiến hành hàng loạt các tổ hợp công tác, hay còn gọi là các tổ hợp công nghệ xây lắp. Số lượng và cách sắp xếp các tổ hợp hay các công việc trong từng tổ hợp phụ thuộc vào loại hình công trình, đặc điểm kết cấu và mức độ phức tạp của nó. Thí dụ: đối với công trình chung cư cao tầng có tầng hầm sử dụng kết cấu bê tông cốt thép toàn khối thường được phân chia thành các tổ hợp công tác chính như sau:

- Các công tác thuộc về chuẩn bị thi công;
- Các công tác về thi công cọc (cọc khoan nhồi, cọc ép, cọc barret, tường đất...);
- Các công tác thi công kết cấu móng và tầng hầm;
- Các công tác của kết phần thân;
- Các công tác trên mái;
- Các công việc trang trí, hoàn thiện bao gồm cả các công tác chuyên nghiệp như lắp đặt thiết bị hệ thống điện, nước, vệ sinh, thông tin liên lạc, điều hòa v.v...

Từng tổ hợp công nghệ trên đây lại được phân chia ra các loại công tác khác nhau. Chẳng hạn tổ hợp công tác thuộc phần ngầm bao gồm: đào móng, đập đầu cọc, đổ bê tông lót, gia công và lắp dựng cốt thép, cốp pha, đổ bê tông móng, xây tường móng, lấp đất móng. Ngoài ra với công trình thi công tầng hầm còn có thêm nhiều công tác đặc thù khác phụ thuộc vào công nghệ thi công.

Khi sắp xếp các công việc trong từng tổ hợp công nghệ cần xét đến sự thuận tiện trong việc giao khoán và khoán gọn công việc cho các đội chuyên nghiệp, tạo điều kiện để mỗi tổ chuyên nghiệp đảm nhận một dây chuyền đơn, làm việc liên tục, nhịp nhàng trong suốt quá trình sản xuất. Mặt khác, cũng phải chú ý thích đáng những yêu cầu về trình tự công nghệ thi công, về phương pháp kỹ thuật đã được lựa chọn và những điều kiện thi công cụ thể. Các biện pháp thi công khác nhau sẽ dẫn đến thành phần công việc và trình tự sắp xếp của chúng cũng khác nhau, chẳng hạn khi tổ chức lắp ghép các kết cấu bê tông cốt thép tạo thành một gian xưởng, nếu chọn phương pháp lắp tuần tự thì số lượng và cách sắp xếp các quá trình lắp ghép sẽ khác hẳn trường hợp áp dụng phương pháp lắp tổng hợp hoàn toàn dứt điểm từng gian.

Mức độ tổng hợp hay chi tiết khi phân chia các công việc trong các tổ hợp công nghệ phụ thuộc vào khối lượng công tác, mức độ phức tạp của các quá trình sản xuất. Đối với công việc do cùng một tổ đội đảm nhận trong cùng một thời kỳ thì nên gộp lại thành một quá trình và tương ứng với nó là một dây chuyền đơn.

Một số công việc chiếm vị trí không gian quan trọng, tiêu hao lao động không nhiều, có thể thực hiện xen kẽ với các quá trình chủ yếu thì nên gộp vào thành một dòng gọi là “*Các công việc khác*”.

Cũng cần chú ý rằng không được bỏ sót các công việc chủ yếu, không nên sắp xếp đảo ngược trật tự thực hiện các công việc.

### **2.4.3. Tính khối lượng công tác**

Khi tính khối lượng, cần căn cứ vào bản vẽ thi công hoặc các hồ sơ thiết kế kỹ thuật, các tài liệu thiết kế định hình, các sổ tay tra cứu v.v... Trong hồ sơ dự toán công trình đã có phần tính tiên lượng, đó là những số liệu dùng để tra cứu hoặc để đối chiếu rất thuận tiện khi tính khối lượng.

Muốn tính toán chính xác khối lượng và không bỏ sót công việc phải lập bảng liệt kê danh mục các công việc. Sự sắp xếp danh mục trong bảng liệt kê này phải phù hợp với cách phân chia các tổ hợp công tác và trình tự triển khai các quá trình sản xuất. Các quá trình độc lập về công nghệ nên đặt riêng thành một dòng.

Đơn vị tính khối lượng phải phù hợp với định mức và thuận tiện cho giao khoán. Các phương án thi công khác nhau có thể dẫn đến khối lượng công tác khác nhau, lấy công tác đào móng của một nhà công nghiệp làm thí dụ: phương án thứ nhất có thể lựa chọn là đào độc lập từng hố móng cột. Nhưng rất có thể các móng cột đó lại gần nhau, mép móng sau khi đào lại chồng lên nhau, như vậy lại có thể chọn phương án thứ hai là đào thành băng cho thuận tiện. Cũng có thể ở giữa gian lại có móng thiết bị khá lớn, nằm gần sát với móng cột công trình, do đó lại có thể chọn cách đào toàn khoang làm phương án thứ ba. Rõ ràng khối lượng công tác đất của các phương án đó là hoàn toàn khác nhau.

Khi tính toán khối lượng người ta thường tính riêng cho từng chi tiết kết cấu, sau đó mới tổng hợp lại. Việc tổng hợp khối lượng trong khi lập tiến độ thi công phải phù hợp với các phương án chia đoạn, chia đợt đã chọn để từ đó tính ra thời hạn cần thiết để hoàn thành khối lượng ấy.

Cuối cùng khối lượng tính ra được tổng hợp vào một bảng gọi là bảng tổng hợp khối lượng công tác.

**Bảng 2.1. Bảng tổng hợp khối lượng công tác**

TT	Mã hiệu công tác	Khối lượng công tác xây dựng	Đơn vị	Khối lượng	Ghi chú
A	Phần này tra bảng theo định mức hiện hành	Công tác chuẩn bị	Công		
B		Phần ngầm và tầng hầm			
1		Thi công ép cọc	100m	54.54	
2		Đào đất bằng máy	100m <sup>3</sup>	6.54	
3		Đào móng bằng thủ công	m <sup>3</sup>	63.86	
4		Phá bê tông đầu cọc	m <sup>3</sup>	8.18	
5		Đổ bê tông lót móng, giằng	m <sup>3</sup>	23.59	

**Bảng 2.1 (tiếp theo)**

TT	Mã hiệu công tác	Khối lượng công tác xây dựng	Đơn vị	Khối lượng	Ghi chú
6		G.C.L.D cốt thép đài, giằng, cổ cột	T	13.48	
7		G.C.L.D cốp pha đài, giằng, cổ cột	100m <sup>2</sup>	3.70	
8		Đổ BT đài, giằng móng, cổ cột	m <sup>3</sup>	219.41	
9		G.C.L.D cốp pha cổ cột	100m <sup>2</sup>	0.30	
10		Đổ BT cổ cột	m <sup>3</sup>	3.59	
11		Bảo dưỡng BT đài, giằng móng,...	Công		
12		Tháo dỡ cốp pha đài, giằng, cổ cột	100m <sup>2</sup>	3.70	
13		Lấp đất hố móng	m <sup>3</sup>	63.81	
14		xây móng gạch trên giằng móng	m <sup>3</sup>	24.31	
15		Đắp cát công trình bằng máy đầm cóc	100m <sup>3</sup>	6.54	
16		Bê tông lót nền nhà	m <sup>3</sup>	57.49	
17		Công tác khác			
C		Phần thân			
18		Tầng 1			
19		G.C.L.D cốt thép cột, vách	T	3.78	
20		G.C.L.D cốp pha cột, vách	100m <sup>2</sup>	1.28	
21		Đổ BT cột, vách	m <sup>3</sup>	29.70	
22		Tháo dỡ ván khuôn cột, vách	100m <sup>2</sup>	1.28	
23		G.C.L.D cốp pha dầm, sàn	100m <sup>2</sup>	9.71	
24		G.C.L.D cốt thép dầm, sàn	T	5.40	
25		Đổ BT dầm, sàn	m <sup>3</sup>	106.00	



**Bảng 2.1 (tiếp theo)**

TT	Mã hiệu công tác	Khối lượng công tác xây dựng	Đơn vị	Khối lượng	Ghi chú
26		Bảo dưỡng BT cột, dầm, sàn	Công		
27		Tháo dỡ cốp pha dầm, sàn	100m <sup>2</sup>	9.71	
28		Thi công cầu thang			
29		Xây tường	m <sup>3</sup>	52.90	
30		Lắp khuôn cửa	m	194.60	
31		Trát trong, xà dầm và trần	m <sup>2</sup>	1005.93	
32		Lát nền	m <sup>2</sup>	574.93	
33		Công tác khác	Công		

#### 2.4.4. Lựa chọn phương pháp thi công

Khi chọn phương án thi công phải căn cứ vào đặc điểm công trình, khối lượng công tác, điều kiện trang bị và tiềm năng tổng hợp của đơn vị nhận thầu, khả năng cung cấp nguyên vật liệu, cấu kiện đúc sẵn và phương tiện thi công của khu vực, sự hợp tác sản xuất với các cơ sở sản xuất ở lân cận, căn cứ vào thời hạn quy định phải hoàn thành v.v...

Đề nhanh chóng chọn ra được các phương án có hiệu quả cần lưu ý đến các điểm sau đây:

- Phải biết khai thác kinh nghiệm của các cán bộ và công nhân lành nghề, giàu kinh nghiệm trong tổ chức sản xuất;
- Tận dụng điều kiện cơ giới hóa, nửa cơ giới hóa và những công cụ thi công cải tiến. Sử dụng triệt để công suất máy thi công và lực lượng công nhân lành nghề;
- Loại trừ đến mức tối đa, sự gián đoạn trong sản xuất cố gắng tránh hiện tượng ngừng trệ của các mặt trận công tác;
- Phối hợp chặt chẽ giữa các quá trình xây lắp với các quá trình lắp đặt thiết bị chuyên nghiệp và lắp đặt thiết bị công nghệ để các quá trình sản xuất được thực hiện liên tục nhịp nhàng, rút ngắn thời hạn thi công chung của công trình và đảm bảo chấp hành các quy tắc, an toàn;

- Các phương án thi công đưa ra đều phải kèm theo với sự tính toán các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật có liên quan để luận chứng cho sự đúng đắn của phương án đã lựa chọn.

#### 2.4.5. Tính nhu cầu lao động và xe máy thi công

Sau khi đã sắp xếp danh mục các công việc và tính ra khối lượng công tác tương ứng, căn cứ vào những điều kiện cụ thể của đơn vị thi công, những biện pháp kỹ thuật và tổ chức đã lựa chọn để tính ra nhu cầu về lao động và xe máy. Nhu cầu về số ngày công để hoàn thành các công tác chủ yếu.

Việc tính nhu cầu về số ca máy cho từng loại công tác cũng phải căn cứ vào khối lượng và tính chất của từng loại công tác, tính năng kỹ thuật của từng loại máy và tình hình thực hiện định mức sử dụng máy hiện hành.

Chúng ta đều biết, định mức thi công thường rất chi tiết, khi lập tiến độ thi công cho từng hạng mục công trình chủ yếu hay cho các công trình đơn vị, nếu chỉ căn cứ vào các định mức này để tính toán thì việc lập tiến độ trở nên phức tạp không cần thiết. Để tránh hiện tượng này người ta có thể gộp một số công tác có cùng tính chất và có mối quan hệ công nghệ mật thiết lại với nhau. Định mức sản lượng bình quân để thực hiện các quá trình tổng hợp này được tính theo công thức (2.1)

$$D_s^{tb} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{\frac{Q_1}{D_{s1}} + \frac{Q_2}{D_{s2}} + \dots + \frac{Q_n}{D_{nl}}} a \quad (2.1)$$

trong đó:

$\sum_{i=1}^n Q_i$  - tổng khối lượng công tác của các quá trình kết hợp lại;

$Q_1; Q_2, \dots, Q_n$  - khối lượng công tác của từng quá trình;

$D_{s1}; D_{s2}; \dots, D_{sn}$  - định mức sản lượng tương ứng với từng quá trình.

Đối với một số công việc vụn vặt, có thể tiến hành xen kẽ trong suốt quá trình thi công công trình thì không cần thiết phải để thành một dòng riêng mà gộp chúng lại ghi vào một dòng gọi là "các công tác khác".

Nhu cầu lao động cho các loại công tác này, có thể lấy khoảng từ 10% đến 15% tổng số nhu cầu lao động cần để thi công công trình.

#### **2.4.6. Tính toán thời hạn thực hiện các quá trình và xác định mối liên hệ về thời gian giữa các quá trình kế tiếp nhau**

Thời hạn thực hiện các quá trình xây lắp còn phụ thuộc vào chế độ ca kíp làm việc trong ngày. Nếu chọn chế độ làm việc 2 ca hay 3 ca thì tốc độ thi công rất nhanh, thời hạn thi công được rút ngắn nhiều, đồng thời lại sử dụng được triệt để năng lực của thiết bị, xe máy thi công. Tuy vậy, khi áp dụng chế độ làm việc 2 hay 3 ca trong ngày, một mặt dẫn đến tình trạng căng thẳng trong việc cung cấp vật liệu, cấu kiện lắp ghép, căng thẳng đối với cả các quá trình xây lắp tại hiện trường lẫn các công việc chuẩn bị và phục vụ thi công, làm cho công việc điều hành sản xuất trở nên phức tạp, hàng loạt khoản chi phí liên quan đến giám sát kỹ thuật, chiếu sáng công trường và những chi phí liên quan đến số người lao động trên công trường sẽ tăng lên, mặt khác sẽ làm cho công tác kiểm tra và bảo dưỡng thiết bị, xe máy thường xuyên gặp khó khăn, dẫn đến sự hư hại mau chóng nếu tiếp tục làm việc theo chế độ nhiều ca kíp trong ngày.

Do vậy không nhất thiết áp dụng chế độ làm việc 2 ca hay 3 ca cho mọi quá trình xây lắp. Thông thường các quá trình mang tính chất phụ trợ hay các công việc thuộc về chuẩn bị được bố trí làm vào ca hai để tạo điều kiện cho các quá trình chủ yếu được thực hiện liên tục vào ca một hàng ngày.

Đối với công tác phải sử dụng các loại máy thi công hạng nặng như công tác làm đất, các loại máy cẩu hạng nặng v.v... thì nên bố trí chế độ làm việc 2 ca để tận dụng hết khả năng của máy, tiết kiệm các chi phí do máy phải nằm chờ. Chế độ làm việc 3 ca chỉ nên áp dụng cho những trường hợp đặc biệt do đặc điểm công nghệ bắt buộc như tổ chức thi công các công trình bê tông cốt thép đổ liền khối theo phương pháp trượt ván khuôn. Trong trường hợp các công trình có diện công tác bị khống chế nghiêm ngặt, không thể nào đưa thêm xe máy hay lao động đến làm việc, nếu chỉ làm việc 1 ca trong ngày thì tốc độ thi công sẽ rất chậm, ảnh hưởng lớn đến sự triển khai của các quá trình tiếp sau như thi công các loại đường hầm v.v... thì cũng nên tổ chức chế độ làm việc thông xuất 3 ca.

Công tác đào đường hầm trên công trường xây dựng nhà máy thủy điện Hòa Bình trên sông Đà là một thí dụ, ở đây công tác khai thông các đường hầm được coi là công tác chủ đạo, nó quyết định tiến độ thi công chung của toàn công trình, bởi vậy người ta đã bố trí chế độ làm việc 4 kíp liên tục 24 giờ trong một ngày đêm.

Khi lập kế hoạch tiến độ, có thể gặp một số công tác tuy không chiếm vị trí chủ đạo nhưng có những lúc trở thành trọng điểm đột xuất, cần hoàn thành gấp rút thì mới có thể triển khai bình thường các công tác khác, thì cũng phải tập trung lực lượng làm 2 ca hay 3 ca để giải phóng mặt trận công tác hay tạo điều kiện thi công cho các quá trình tiếp sau.

Việc tính toán thời hạn thi công đối với các công tác được thực hiện bằng máy phải căn cứ vào thời hạn làm việc của các máy chủ đạo. Các công việc được tiến hành bằng phương pháp thủ công thì thời hạn thực hiện sẽ phụ thuộc vào khối lượng công tác, định mức lao động, biên chế tổ đội và diện công tác tối thiểu.

Sau khi biết thời hạn thực hiện từng phân đoạn của mỗi loại công tác chủ yếu, có thể tính ra thời hạn thực hiện của các loại công tác đó. Bằng những phương pháp tính toán đã trình bày có thể tính ra thời điểm bắt đầu của các công việc và các quá trình kế tiếp nhau, tức là tính ra các bước dây chuyền của chúng. Khi đã biết nhịp dây chuyền và các bước dây chuyền thì có thể lập tiến độ thi công toàn hạng mục hay tiến độ thi công một công trình đơn vị.

#### **2.4.7. Vạch lịch tiến độ công tác, vẽ biểu đồ nhân lực và điều chỉnh kế hoạch tiến độ**

##### *a) Vạch lịch tiến độ công tác*

Sau khi tính toán và ghi chép trong phần trái của bản tiến độ công tác, tức là điều hết các cột từ số 1 đến số 11 (Bảng 2.2.), ta tiến hành vạch tiến độ công tác về phía phải bảng tổng tiến độ (cột 12).

Có thể chia cột 12 thành số ngày phù hợp với lịch hoặc chia mỗi tháng thành 25 ngày làm việc (đã loại trừ ngày nghỉ), từ đó vẽ các đường tiến độ phù hợp với trình tự triển khai các công tác. Tuy nhiên đa số các công trình khi yêu cầu tiến độ cao thì ngày thứ 7 và chủ nhật cũng tiến hành làm việc.

**Bảng 2.2. Bảng tiến độ thi công**

TT	Tên công việc	Khối lượng công việc		Nhu cầu lao động (ngày công)	Nhu cầu xe máy, thiết bị		Thời hạn thi công (ngày)	Số ca làm việc trong ngày	Số lượng công nhân trong ca	Thành phần tổ đội	Tiến độ thi công													
		Đơn vị	Số lượng		Tên máy	Số lượng ca					1	2	3	4	5	6	...							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12													
1	Công tác móng Đào móng tường	m <sup>3</sup>	470	36	máy đào	12	6	2	3	6														
2	Bê tông lót móng	m <sup>3</sup>	23	16			2	1	8	8														
3	Đặt và buộc thép móng	kg	5743	12			6	1	2															
...	...																							

### b) Vẽ biểu đồ nhân lực

Nhân lực là một loại tài nguyên quan trọng, nó lại phụ thuộc loại tài nguyên không thể dự trữ được, bởi vậy nó cần phải được sử dụng hợp lý trong suốt thời gian huy động vào thi công.

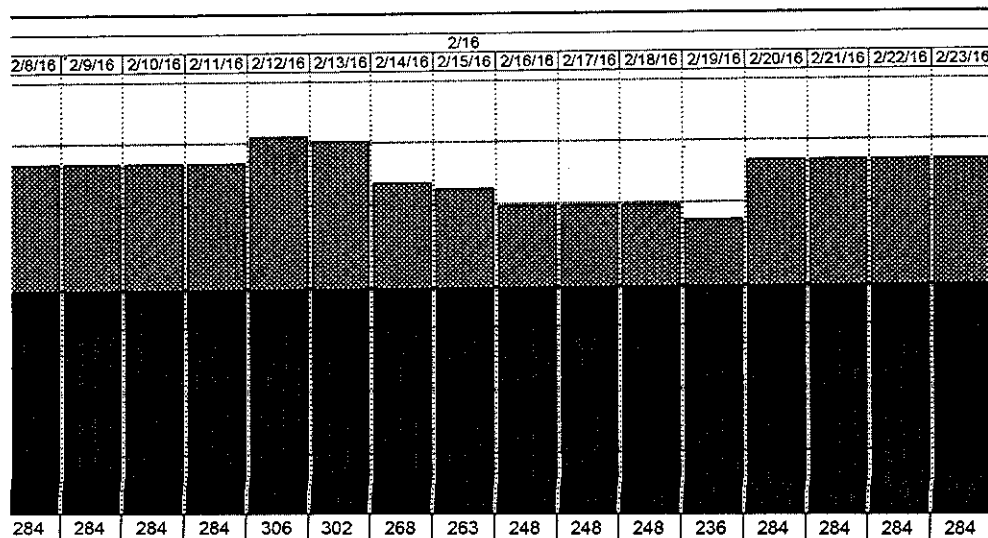
Biểu đồ nhân lực thường được vẽ cho các nghề chủ yếu hay vẽ chung cho toàn thể.

Hình dạng của biểu đồ nhân lực một mặt thể hiện chất lượng của tiến độ thi công đã lập, mặt khác nó là căn cứ để lập các kế hoạch về lao động tiền lương, điều động nhân công, là cơ sở để tính toán khối lượng của các loại công tác chuẩn bị liên quan đến số người biến động trên công trường.

Việc nhận xét chất lượng của tiến độ thi công đã lập thông qua biểu đồ nhân lực được thể hiện ở các khía cạnh sau đây:

- Số công nhân trong từng ngành nghề không nên có sự biến động vượt quá 15% số công nhân trung bình của nó;
- Biểu đồ nhân lực không nên có chỗ lồi cao trong một thời gian ngắn hay lõm sâu trong một thời gian dài;

Nếu biểu đồ nhân lực vẽ ra có hình dạng như Hình 2.10 thì nó được đánh giá là loại biểu đồ không tốt.



Hình 2.10: Biểu đồ nhân lực

### c) Điều chỉnh kế hoạch tiến độ

Khi lập xong kế hoạch tiến độ, có thể phát hiện ra những bất hợp lý không đạt được những chỉ tiêu đề ra ban đầu như: thời hạn thi công vượt quá thời gian quy định, sử dụng tài nguyên vượt quá giới hạn cho phép, sự bất hợp lý của một số chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật v.v... Gặp những trường hợp như vậy ta cần điều chỉnh tiến độ.

Muốn rút ngắn tổng thời gian của tiến độ thi công thì tìm biện pháp rút ngắn thời gian thực hiện các quá trình chủ đạo, có thể thực hiện bằng hai cách: một là thay đổi biện pháp kỹ thuật thi công như thay đổi các kết cấu bê tông cốt thép đổ tại chỗ bằng các kết cấu lắp ghép, nâng cao mức độ khuếch đại cấu kiện và mức độ hoàn thiện sẵn các kết cấu tại hiện trường, tìm biện pháp loại trừ bớt các gián đoạn công nghệ như sử dụng chất phụ gia đông rắn nhanh để chế tạo các kết cấu bê tông đổ tại chỗ, thay thế phương pháp thi công thủ công bằng phương pháp thi công cơ giới hóa v.v... Hai là thay đổi biện pháp tổ chức thực hiện bằng cách huy động thêm nhân lực và xe máy vào sản xuất, tìm cách chia lại các đoạn và các đợt thi công, sắp xếp thi công xen kẽ ở mức tối đa giữa các quá trình. Nếu điều kiện mặt trận công tác bị hạn chế thì thực hiện chế độ làm việc 2 ca hay 3 ca trong ngày v.v...

Muốn điều chỉnh tình trạng sử dụng tài nguyên không hợp lý thì hướng vào việc thay đổi sự bắt đầu hay kết thúc các quá trình, tìm cách hoãn lại hay kéo dài thời gian.

#### 2.4.8. Lập biểu đồ chi phí vận chuyển và dự trữ vật liệu

Phương pháp cung cấp và vận chuyển vật liệu, cấu kiện lý tưởng là dùng vào công trình đến đâu thì vận chuyển trực tiếp đến hiện trường thi công đến đó, làm như vậy sẽ giảm được các khoản phí bốc dỡ và trung chuyển, giảm được diện tích kho chứa, tránh được ứ đọng vốn nằm ở khối lượng vật liệu phải nằm chờ. Nhưng trong thực tế ít nơi có điều kiện áp dụng phương pháp cung cấp vật liệu theo kiểu như vậy. Bởi thế vẫn phải lập kế hoạch cung cấp vật liệu và kết cấu đúc sẵn đến chân công trình để dự trữ trước lúc sử dụng một số ngày. Nguyên tắc của dự trữ là duy trì thường xuyên một lượng vật liệu ở mức tối thiểu để đảm bảo cho các quá trình thi công được tiến hành liên tục. Số ngày dự trữ và khối

lượng cần dự trữ phụ thuộc vào tính chất của mỗi loại vật liệu, phụ thuộc vào mức độ phân cấp quản lý vật liệu, năng lực cung ứng và quản lý của ngành, của xí nghiệp và của các địa phương.

Sau khi đã lập xong tiến độ thi công, cần căn cứ vào đó để thiết lập biểu đồ tiêu thụ vật liệu ứng với tiến độ đã lập. Căn cứ vào biểu đồ tiêu thụ vật liệu và số ngày dự trữ quy định để vẽ ra biểu đồ cung cấp vật liệu. Có 2 loại biểu đồ cần vẽ là biểu đồ cung cấp, tiêu thụ và dự trữ hàng ngày và biểu đồ cung cấp, tiêu thụ vật liệu cộng dồn.

#### **2.4.9. Đánh giá phương án tổ chức và kế hoạch tiến độ thi công**

Sau khi đưa ra các phương án thi công và tổng tiến độ thi công cần phải tiến hành đánh giá chúng thông qua chỉ tiêu kinh tế tổng hợp, các chỉ tiêu cơ bản và các chỉ tiêu bổ sung. Đối với tổng tiến độ thi công, cần lưu ý đánh giá qua một số chỉ tiêu chính như:

- Giá thành công tác xây lắp;
- Vốn đầu tư cơ bản cho một tài sản cố định sản xuất;
- Chi phí lao động toàn bộ và chi phí lao động cho một đơn vị sản phẩm đo bằng hiện vật;
- Thời hạn xây dựng công trình;
- Các chỉ tiêu sử dụng cơ giới;
- Tính liên tục của các quá trình chủ yếu, sự điều hòa các biểu đồ nhân lực v.v...



### Chương 3

## TỔ CHỨC THI CÔNG THEO PHƯƠNG PHÁP DÂY CHUYỀN

### 3.1. THI CÔNG 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.

### 3.2. CÁC THAM SỐ CỦA THI CÔNG DÂY CHUYỀN

#### 3.2.1. Tham số công nghệ

##### 3.2.1.1. Phân chia và phân loại các quá trình thi công xây dựng

a) Căn cứ vào đặc điểm công nghệ và tính chất của các giai đoạn công tác có thể chia thành 3 quá trình cơ bản sau:

- Quá trình chuẩn bị và sản xuất các sản phẩm làm sẵn:

Quá trình chuẩn bị bao gồm toàn bộ những công việc chuẩn bị vật liệu, hoàn tất các công việc thuộc về hạ tầng phục vụ trực tiếp cho việc triển khai, các quá trình thi công như làm đường cho các máy móc và cần trục, cung cấp điện nước, đo xác định vị trí công trình v.v...

Quá trình sản xuất các loại sản phẩm làm sẵn, bao gồm sự gia công các loại vật liệu trên công trường; sản xuất bê tông ướt, sản xuất vữa, sản xuất cốt thép, ván khuôn, đúc sẵn các cấu kiện tại hiện trường, khướch đại kết cấu, nâng cao mức hoàn thiện của các bán thành phẩm trước khi đưa vào vị trí sử dụng v.v...

- Quá trình vận chuyển:

Quá trình vận chuyển được chia làm hai loại: loại thứ nhất chỉ các công việc vận chuyển vật liệu, cấu kiện từ những trung tâm cung cấp ở xa đến các kho trung tâm của công trường. Loại thứ hai chỉ mọi công việc vận chuyển vật liệu, cấu kiện, đất đá v.v... trong phạm vi công trường.

Trên góc độ tổ chức thi công dây chuyền, người ta chỉ nghiên cứu các quá trình vận chuyển trong phạm vi công trường (kể cả vận chuyển lên cao) và các quá trình vận chuyển từ ngoài vào phục vụ trực tiếp cho các quá trình xây lắp theo tiến độ đã hoạch định.

- Quá trình xây lắp:

Là quá trình chiếm vị trí chủ yếu. Trải qua quá trình này, các hạng mục công trình lần lượt hình thành, bao gồm các công tác nền và móng, các công tác gạch đá, lắp đặt, hoàn thiện v.v... từ phần ngầm, phần thân, phần mái cho đến hoàn thiện trước lúc bàn giao công trình.

Như vậy là chỉ có quá trình xây lắp, các quá trình vận chuyển có quan hệ trực tiếp đến quá trình xây lắp và các quá trình chuẩn bị, gia công các sản phẩm phụ trợ có ảnh hưởng trực tiếp đến sự triển khai của quá trình xây lắp là được kể vào công nghệ sản xuất của thi công dây chuyền.

*b) Căn cứ vào vị trí tác dụng trong sản xuất có thể chia ra: các quá trình chủ yếu và các quá trình phối hợp.*

*c) Căn cứ vào nội dung tổ chức và mức độ phức tạp của các quá trình sản xuất có thể chia ra:*

- Phần việc (còn gọi là công việc): phần việc là một phần của quá trình giản đơn, có tính chất sau:

+ Không phân chia được về tổ chức;

+ Đồng nhất về tính chất thi công;

+ Không thay đổi về thành phần công nhân, đối tượng lao động và công cụ lao động.

*Thí dụ:*

Trong công tác đổ bê tông và đầm chặt gồm hai phần việc là đổ bê tông vào khuôn và đầm bê tông bằng máy.

- Quá trình giản đơn: quá trình giản đơn là tập hợp các phần việc có quan hệ với nhau về công nghệ trong đó thành phần công nhân không đổi còn vật liệu và công cụ có thể thay đổi. Thí dụ quá trình giản đơn chế tạo cốt pha, sản xuất và lắp đặt cốt thép v.v...

- Quá trình tổng hợp (còn gọi là quá trình phức tạp): quá trình tổng hợp là tập hợp nhiều quá trình giản đơn chính và phụ cùng với quá trình vận tải kèm theo. Các quá trình giản đơn này có quan hệ chặt chẽ với nhau về công nghệ và tổ chức để tạo ra một hình thức sản phẩm xây lắp nào đó.

*Thí dụ:*

Quá trình lắp đặt một loại kết cấu nào đó, quá trình xây tường của ngôi nhà v.v...

*d) Căn cứ vào mối quan hệ giữa các quá trình có thể chia ra:*

- Quá trình thi công song song độc lập: là các quá trình được tiến hành thi công song song không liên quan với nhau trên các khu vực khác nhau.

- Quá trình thi công song song phụ thuộc: là các quá trình được tiến hành song song với nhau trên các khu vực khác nhau nhưng lại phụ thuộc lẫn nhau về mặt tổ chức hoặc kỹ thuật.

### **3.2.1.2. Cường độ dây chuyền**

Cường độ dây chuyền là khối lượng công tác mà mỗi dây chuyền đơn (dây chuyền bộ phận) có thể hoàn thành trong một đơn vị thời gian.

### **3.2.2. Tham số không gian**

#### **3.2.2.1. Mặt trận công tác (hay còn gọi là diện công tác)**

Mặt trận công tác là khoảng không gian đủ để người công nhân hay nhóm công nhân tham gia vào dây chuyền xây lắp nhằm thực hiện nhiệm vụ được giao sao cho bảo đảm quy trình kỹ thuật, quy tắc an toàn và luôn luôn đạt được năng suất lao động cao.

Đơn vị đo của mặt trận công tác được lựa chọn phù hợp với đối tượng lập của các dây chuyền đơn vị vậy có thể là các đơn vị đo khối lượng đơn thuần như m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup> v.v... hay một bộ phận công trình như: một tầng nhà, một đơn nguyên nhà v.v...

Trong tổ chức thi công dây chuyền, người ta phân ra hai loại mặt trận công tác, đó là mặt trận công tác không bị hạn chế và mặt trận công tác phụ thuộc:

- Mặt trận công tác không hạn chế:

Khái niệm này dùng để chỉ loại mặt trận công tác cho phép triển khai đồng thời các công việc trên toàn tuyến hay trên toàn bề mặt. Thí dụ thi công lắp đặt đường ống, lắp cột đường dây, san mặt đất hoặc rải đá bề mặt sân bay v.v...

- Mặt trận công tác phụ thuộc:

Mặt trận công tác phụ thuộc là loại mặt trận được tạo ra phụ thuộc vào sự hoàn thành của các công việc trước nó.

Cần chú ý rằng khi xác định mặt trận công tác ngoài việc cần xét đến những yêu cầu của các quá trình đang nghiên cứu còn phải chú ý đến sự giải phóng diện công tác cho quá trình tiếp sau, phải tuân theo các quy trình công nghệ, quy tắc an toàn và đảm bảo cho công nhân làm việc chọn ca với năng suất lao động không bị hạn chế.

### **3.2.2.2. Đoạn thi công và phân đoạn thi công**

Khi tổ chức thi công dây chuyền, đối tượng thi công thường được chia thành các đoạn và tiếp đó các đoạn lại có thể được chia ra thành các phân đoạn gọi là đoạn thi công hay phân đoạn thi công.

### **3.2.2.3. Đợt thi công**

Khi mặt trận công tác phát triển theo cả chiều cao công trình thì đối tượng thi công phải được chia thành các đợt gọi là các đợt thi công.

*\* Những chú ý khi chia phân đoạn và phân đợt thi công:*

Điểm dừng khi chia đoạn và phân đoạn thi công phải phù hợp với đặc tính chịu lực của kết cấu công trình. Phải tuân theo quy định của kỹ thuật thi công và tính năng của máy móc thiết bị thi công. Cố gắng phân chia các đoạn và các đợt sao cho khối lượng thi công của chúng tương đối

bằng nhau hoặc là bội số của nhau. Đảm bảo điều kiện thi công liên tục nhịp nhàng khi di chuyển đoạn và chuyển đợt, đảm bảo điều kiện nâng cao năng suất lao động và tôn trọng các quy tắc an toàn.

#### **3.2.2.4. Đoạn lắp ghép**

Trong thi công lắp ghép, các quá trình lắp thường được coi là quá trình chỉ đạo, bởi vì để thực hiện các quá trình này người ta phải sử dụng các máy móc, thiết bị quý và đắt tiền. Việc tận dụng hết công suất và tính năng của thiết bị đảm bảo cho chúng được sử dụng liên tục từ khi bước vào dây chuyền đến khi ra khỏi dây chuyền là một đòi hỏi quan trọng. Một trong những biện pháp nhằm thỏa mãn đòi hỏi này là đối tượng lắp ghép được chia thành các đoạn phù hợp gọi là đoạn lắp ghép.

#### **3.2.2.5. Khu vực thi công**

Khi dây chuyền thi công được tiến hành ở các địa điểm khác nhau nhưng chúng phụ thuộc vào nhau về mặt trình tự triển khai, thực hiện thì các địa điểm như vậy được gọi là các khu vực thi công.

### **3.2.3. Tham số thời gian**

#### **3.2.3.1. Nhịp dây chuyền ( $K$ )**

Nhịp dây chuyền (còn gọi là mô đun chu kỳ) là thời hạn thực hiện từng phân đoạn của một dây chuyền bộ phận (dây chuyền đơn) nào đó.

Đơn vị đo của nhịp dây chuyền là đơn vị đo thời gian: ca làm việc, ngày làm việc v.v...

#### **3.2.3.2. Bước dây chuyền ( $K_b$ )**

Bước dây chuyền là khoảng cách thời gian giữa sự bắt đầu của hai dây chuyền bộ phận kế tiếp nhau.

#### **3.2.3.3. Gián đoạn kỹ thuật của dây chuyền**

Gián đoạn kỹ thuật hay còn gọi là gián đoạn công nghệ của dây chuyền là khoảng cách thời gian chờ đợi cần thiết do đặc điểm công nghệ của quá trình sản xuất tạo nên. Thí dụ như thời gian chờ đợi bê tông ninh kết, thời gian chờ đợi cho sơn khô để có thể quét nước thứ hai v.v...

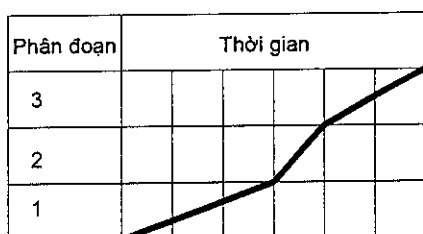
### 3.3. TÍNH TOÁN DÂY CHUYỀN

#### 3.3.1. Phân loại dây chuyền

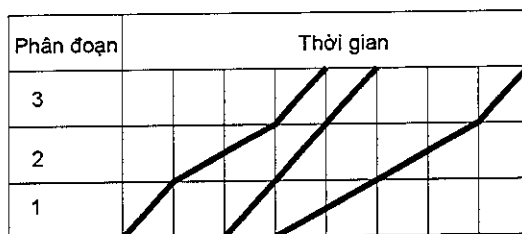
##### 3.3.1.1. Theo cơ cấu

- *Dây chuyền đơn* (dây chuyền bộ phận hay dây chuyền thành phần): là loại dây chuyền chỉ thể hiện một quá trình giản đơn do một tổ công nhân thực hiện (đồ thị là 1 đường xiên). Ví dụ: quá trình đào đất, quá trình đổ bê tông đá dăm,....

- *Dây chuyền tổng hợp*: là dây chuyền thể hiện quá trình tổng hợp do nhiều tổ công nhân được chuyên môn hóa theo nghề đảm nhiệm (đồ thị gồm nhiều đường xiên). Ví dụ: quá trình thi công BTCT đổ tại chỗ sẽ bao gồm các quá trình làm VK, thép, bê tông,....



Dây chuyền đơn



Dây chuyền tổng hợp

**Hình 3.1:** Phân loại dây chuyền theo cơ cấu

##### 3.3.1.2. Theo nhịp điệu

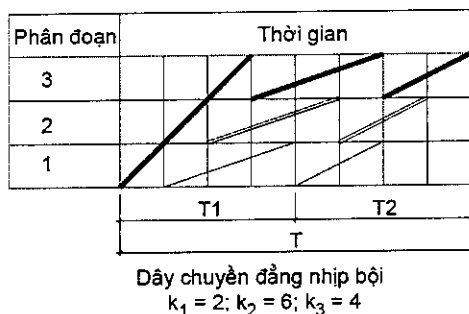
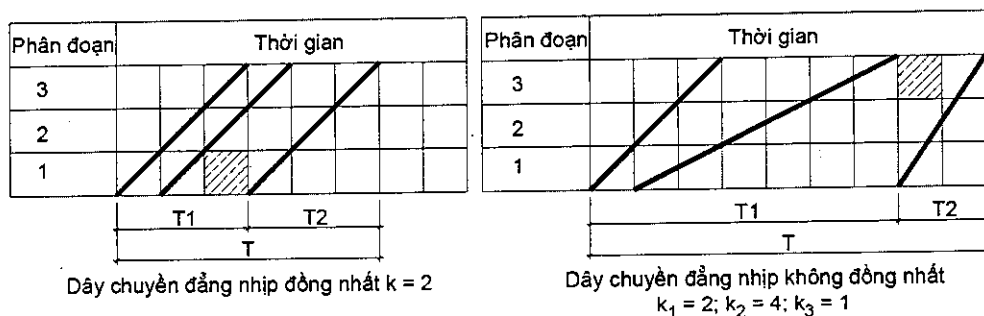
- *Dây chuyền đẳng nhịp đồng nhất*: là loại dây chuyền tổng hợp trong đó nhịp của các dây chuyền bộ phận không đổi và giống nhau → đồ thị là các đường xiên song song.

- *Dây chuyền đẳng nhịp không đồng nhất*: là dây chuyền tổng hợp trong đó nhịp của từng dây chuyền bộ phận không đổi nhưng nhịp của các dây chuyền bộ phận lại khác nhau → đồ thị là các đường xiên không song song.

- *Dây chuyền đẳng nhịp bội*: là loại dây chuyền tổng hợp trong đó nhịp của các dây chuyền bộ phận không đổi nhưng có một nhịp là ước số chung của các nhịp còn lại.

- *Dây chuyền biến nhịp đồng nhất*: là dây chuyền tổng hợp trong đó nhịp của từng dây chuyền bộ phận là thay đổi nhưng sự thay đổi là giống nhau cho mọi dây chuyền bộ phận đồ thị là các đường gấp khúc song song.

- *Dây chuyền biến nhịp không đồng nhất*: là dây chuyền tổng hợp trong đó nhịp dây chuyền thay đổi không theo quy luật nào.



**Hình 3.2:** Phân loại dây chuyền theo nhịp điệu

### 3.3.1.3. Theo sản phẩm

- *Dây chuyền (bước) công việc*: đối tượng là các bước công việc.

- *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.

#### 3.3.1.4. Theo đặc điểm công trình

- Dây chuyền khu vực;
- Dây chuyền tuyến tính.

### 3.3.2. Tính toán các tham số của dây chuyền bộ phận

#### 3.3.2.1. Lượng lao động cần thiết

$$V_i = \frac{Q_i}{Đ_S}$$

trong đó:

- $V_i$  - ngày công;
- $Q_i$  - khối lượng công tác;
- $Đ_S$  - định mức sản lượng thực tế của mỗi công nhân.

#### 3.3.2.2. Nhịp của dây chuyền

$$K_i^\lambda = \frac{Q_i^\lambda}{N_{CN} \times Đ_S}$$

trong đó:

- $K_i^\lambda$  - nhịp của dây chuyền  $i$  tại phân đoạn  $\lambda$ ;
- $Q_i^\lambda$  - khối lượng công tác của phân đoạn  $\lambda$ ;
- $Đ_S$  - định mức sản lượng thực tế của mỗi công nhân;
- $N_{CN}$  - số công nhân của các tổ thực hiện dây chuyền.

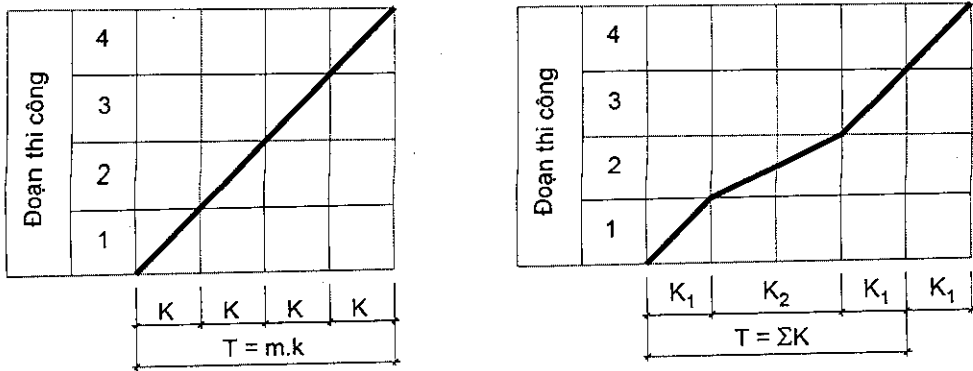
$N_{CN}$  phụ thuộc vào các yếu tố:

- Công nghệ thi công: đổ BT đầm sàn bằng bơm khác với thủ công;
- Tính chất công việc: tháo VK đầm sàn không thể chỉ có 2 người, đổ BT cột bằng thủ công ít nhất cần 4 người;
- Năng lực nhà thầu;
- Diện tích khu vực thao tác (mặt trận công tác): sửa hố móng đơn, đổ BT cột không thể có nhiều người.

#### 3.3.2.3. Thời gian thực hiện

- Dây chuyền nhịp nhàng  $t = m.k$  ( $m$ : số phân đoạn của dây chuyền).





**Hình 3.3:** Tính toán dây chuyền đơn

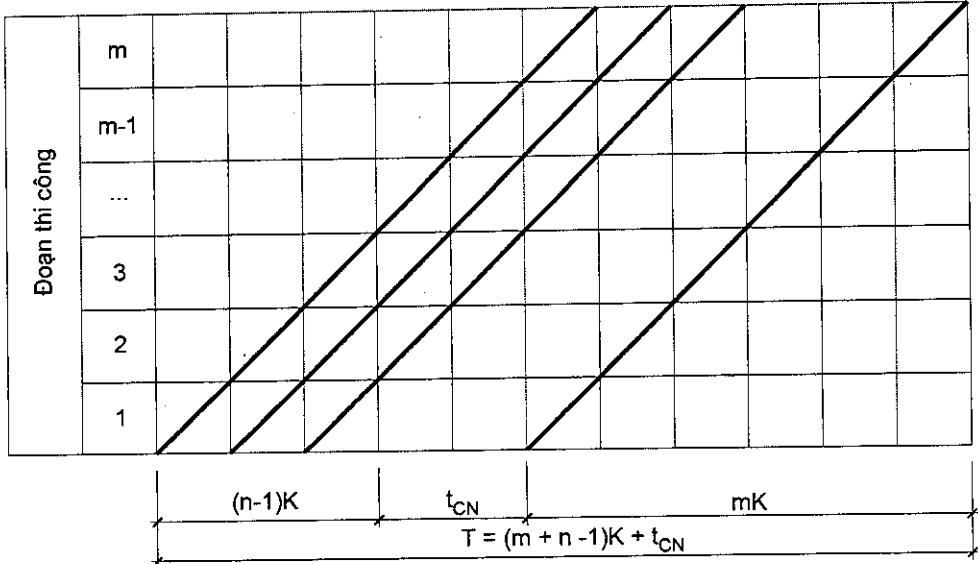
- Dây chuyền không nhịp nhàng: nhịp dây chuyền thay đổi

$$t = \sum_{i=1}^m K_i$$

**3.3.3. Tính toán các loại dây chuyền**

**3.3.3.1. Dây chuyền đẳng nhịp và đồng nhất**

Là loại dây chuyền có nhịp không đổi và thống nhất ở tất cả các dây chuyền bộ phận tạo thành dây chuyền tổng hợp.



**Hình 3.4:** Tính toán dây chuyền tổng hợp

- Trường hợp không có gián đoạn kỹ thuật, nghĩa là  $t_{CN} = 0$  thì thời hạn thực hiện dây chuyền được tính theo công thức:

$$T = (m + n - 1)K.$$

- Nếu có gián đoạn kỹ thuật thì:

$$T = (m + n - 1)K + \sum t_{CN}.$$

### 3.3.3.2. Dây chuyền đẳng nhịp và không đồng nhất

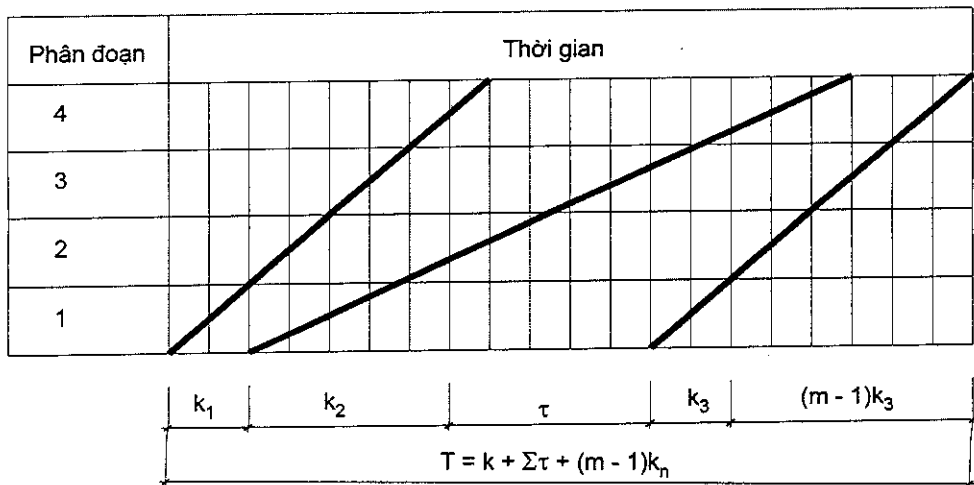
Người ta có thể chia dây chuyền loại này ra hai trường hợp: dây chuyền nhịp không bội và dây chuyền đẳng nhịp bội.

Việc xác định thời hạn thi công của dây chuyền loại này có thể tiến hành theo 2 phương pháp: phương pháp vẽ theo mối liên hệ đầu và cuối của dây chuyền bộ phận và phương pháp tính theo công thức.

a) Phương pháp vẽ theo mối liên hệ đầu và cuối của dây chuyền bộ phận

- Sử dụng mối liên hệ đầu: khi nhịp công tác của dây chuyền tiếp sau lớn hơn nhịp công tác của dây chuyền kế trước nó thì dùng mối liên hệ lúc bắt đầu để xác định thời điểm bắt đầu của dây chuyền có nhịp lớn đi tiếp sau đó.

- Sử dụng mối liên hệ cuối: khi nhịp công tác của dây chuyền tiếp sau nhỏ hơn nhịp công tác của dây chuyền kế trước nó thì ta dùng mối liên hệ kết thúc để vẽ dây chuyền có nhịp bé tiếp sau đó.



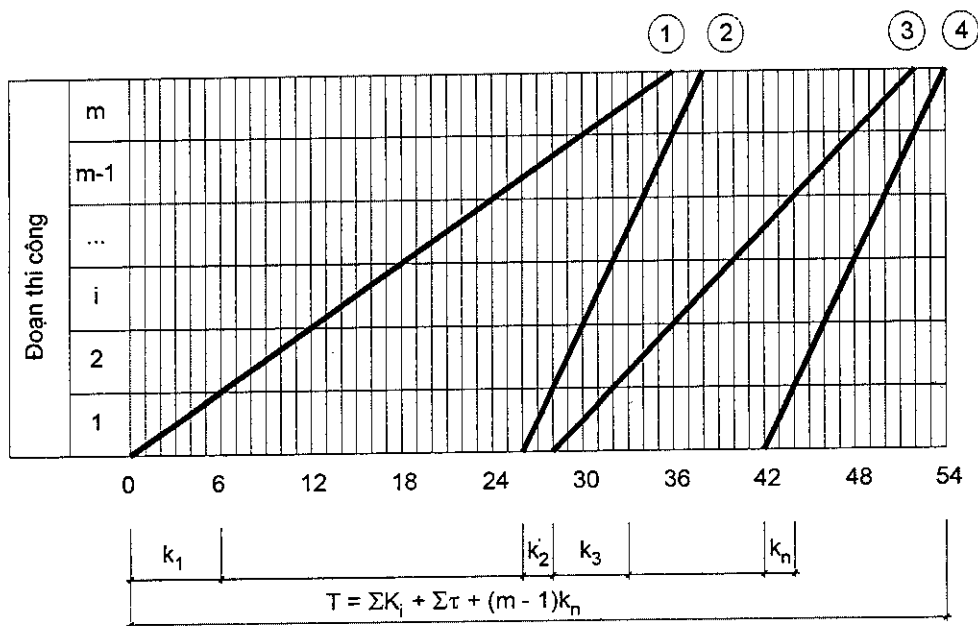
Hình 3.5: Tính toán dây chuyền theo phương pháp vẽ

Xem hình vẽ: dây chuyền số (2) có nhịp lớn hơn dây chuyền (1) nên ta có thể dùng mối liên hệ đầu để vẽ, nghĩa là khi vừa kết thúc phân đoạn 1 của dây chuyền (1) thì bắt đầu ngay dây chuyền (2). Dây chuyền (3) nhịp nhỏ hơn dây chuyền (2) ta lấy thời điểm kết thúc của dây chuyền (2) để vẽ ngược lại thời điểm bắt đầu của dây chuyền (3).

Vẽ tiến độ theo phương pháp này đơn giản.

b) Dùng công thức để tính thời hạn thực hiện dây chuyền

Xác định  $\tau_i \rightarrow$  tính ra T.



**Hình 3.6:** Xây dựng công thức tính toán dây chuyền

Chiều đa giác khép kín ABCDA xuống trục thời gian:

$$AB - CD - AD = 0;$$

$$mK_1 - (m-1)K_2 - \tau_1 - K_1 = 0$$

$$\Rightarrow \tau_1 = (m-1)(K_1 - K_2) > 0.$$

Như vậy công thức chung để tính gián đoạn  $\tau_i$

$$\tau_i = (m-1)(K_i - K_{i+1}).$$

Lấy các giá trị  $(K_i - K_{i+1}) > 0$ .

Tổng thời hạn thực hiện dây chuyền.

$$T = \sum_{i=1}^m K_i + (m-1) \sum_{i=1}^{n-1} (K_i - K_{i+1}) + (m-1)K_n.$$

Nếu xét cả đến gián đoạn kỹ thuật thì công thức tổng quát sẽ là:

$$T = \sum_{i=1}^n K_i + (m-1) \sum_{i=1}^{n-1} (K_i - K_{i+1}) + (m-1)K_n + \sum t_{CN}.$$

Khi tính T chỉ lấy các giá trị  $(K_i - K_{i+1}) > 0$ .

*Ví dụ 3.1:* Một đối tượng thi công được chia thành 6 phân đoạn ( $m = 6$ ). Để thực hiện đối tượng này cần tiến hành 4 quá trình thi công khác nhau ( $n = 4$ ). Thời hạn thực hiện các phân đoạn của từng quá trình xem bảng dưới đây. Sau khi thực hiện quá trình thứ 2 phải chờ đợi kỹ thuật 2 ngày ( $t_{CN} = 2$ ). Hãy tính thời hạn thi công dây chuyền và vẽ tiến độ.

**Bảng ví dụ 3.1: Quá trình và số phân đoạn thi công**

Phân đoạn \ Quá trình	Phân đoạn					
	1	2	3	4	5	6
1	6	6	6	6	6	6
2	2	2	2	2	2	2
$t_{CN}$	2	2	2	2	2	2
3	4	4	4	4	4	4
4	2	2	2	2	2	2

Thời hạn thi công dây chuyền:

$$T = \sum K_i + (m-1) \sum (K_i - K_{i+1}) + (m-1)K_n + \sum t_{CN};$$

$$T = 14 + (6-1)[(6-2) + (4-2)] + (6-1).2 + 2 = 56 \text{ (ca)};$$

$$\tau_1 = (m-1) \sum (K_i - K_{i+1}) = (6-1)(6-2) = 20 \text{ (ca)};$$

$$\tau_2 = 0;$$

$$\tau_3 = (6-1)(4-2) = 10 \text{ (ca)}.$$

Cách vẽ: Vẽ dây chuyền đầu từ điểm số 0.

Dây chuyền thứ 2 bắt đầu vào ngày  $6 + Z_1 = 26$  ca;

Dây chuyền thứ 3 bắt đầu vào ngày  $26 + K_2 + t_{CN} = 26 + 2 + 2 = 30$  ca;

Dây chuyền thứ 4 bắt đầu vào ngày  $30 + K_3 + Z_3 = 30 + 4 + 10 = 44$  ca.

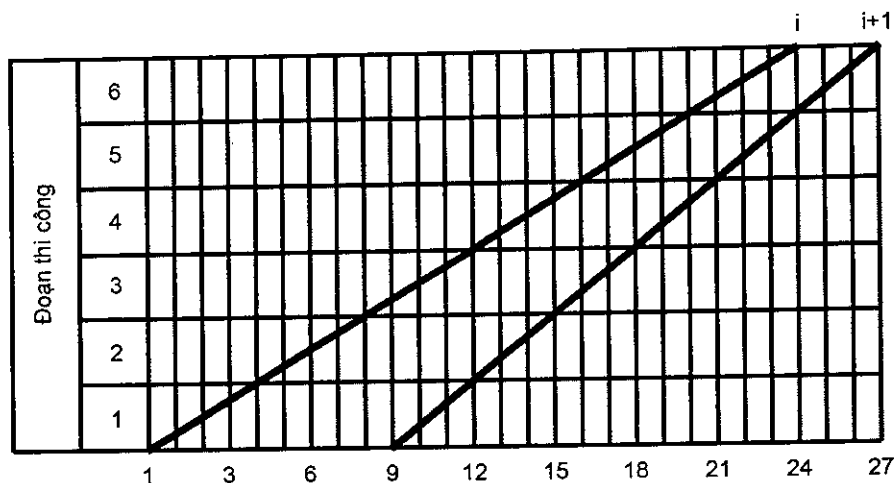
### 3.3.3.3. Biện pháp rút ngắn thời hạn thi công đối với loại dây chuyền đẳng nhịp và không đồng nhất

a) Đối với dây chuyền đẳng nhịp không bội

Mặt trận công tác không cho phép tăng thêm số người làm việc trên cùng một đoạn mà điều kiện nhân lực vẫn có thể huy động thêm thì ta có thể sử dụng nhiều đội chuyên nghiệp thi công song song xen kẽ trên những phân đoạn khác nhau của một quá trình.

Như vậy thời hạn thi công sẽ ngắn đi.

Ví dụ 3.2: Có 2 quá trình thi công kế tiếp nhau được chia thành 6 phân đoạn, quá trình thứ  $i$  có nhịp công tác là 4 ngày, còn quá trình  $i + 1$  có nhịp công tác là 3 ngày.

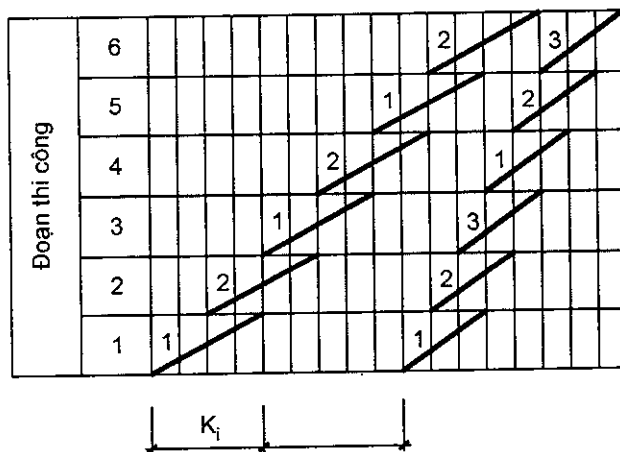


Hình 3.7

Thời hạn thi công ứng với hình vẽ (được tính theo công thức sau):

$$T = (4 + 3) + (6 - 1)[4 - 3] + (6 - 1)3 = 27 \text{ ngày.}$$

Trong trường hợp có thể huy động 2 tổ tham gia thực hiện quá trình thứ  $i$  và 3 tổ - quá trình  $i + 1$  ta có thể thiết lập dây chuyền như hình vẽ dưới:



**Hình 3.8**

Dây chuyền  $i$  do 2 tổ thi công: tổ thứ nhất thực hiện các phân đoạn 1, 3, 5, còn tổ thứ 2 thực hiện 3 phân đoạn còn lại.

- Dây chuyền thứ 2 ( $i + 1$ ) do 3 tổ thi công, tổ thứ nhất thực hiện các phân đoạn 1, 4; tổ thứ 2 phân đoạn 2, 5; tổ thứ 3 các phân đoạn 3, 6.

- Thời hạn thi công rút ngắn chỉ còn 17 ngày.

Thiết lập công thức tính toán:

Chiều đa giác ABCDA xuống trục thời gian:

$$AB + BC - DC - AD = 0;$$

hay: 
$$K_i + (m-1)K_{0i} + K_{i+1} - K_{i+1} - (m-1)K_{0i+1} - \tau_i - K_i = 0$$

$$\Rightarrow \tau_i = (m-1)(K_{0i} - K_{0i+1}).$$

Trong tính toán ta chỉ lấy các giá trị  $(K_{0i} - K_{0i+1}) > 0$ ; trong đó:  $K_{0i}$  - nhịp điều tham gia của các tổ vào dây chuyền.

Tổng thời hạn thi công:

$$T = \sum_{i=1}^n K_i + (m-1) \sum_{i=1}^{n-1} (K_{0i} - K_{0i+1}) + (m-1)K_{0n}.$$

Trường hợp có gián đoạn kỹ thuật:

$$T = \sum_{i=1}^n K_i + (m-1) \sum_{i=1}^{n-1} (K_{0i} - K_{0i+1}) + (m-1)K_{0n} + \sum t_{CN}.$$

Chỉ lấy  $(K_{0i} - K_{0i+1}) > 0$ .

*Vi dụ 3.3:* Một dây chuyền tổng hợp gồm 3 dây chuyền bộ phận. Đối tượng thi công được chia thành 6 phân đoạn. Thời hạn thực hiện 1 phân đoạn của dây chuyền đầu là  $K_1 = 4$  ngày, dây chuyền thứ 2  $K_2 = 3$  ngày và dây chuyền cuối  $K_3 = 1$  ngày. Hãy thiết kế dây chuyền.

Tổng thời hạn thi công được tính theo công thức:

$$T = (4 + 3 + 1) + (6 - 1)[(4 - 3) + (3 - 1)] + (6 - 1) \cdot 1 = 28 \text{ ngày.}$$

Bây giờ ta đưa ra các giải pháp rút ngắn thời gian thi công.

- Tăng số tổ tham gia vào các dây chuyền bộ phận có nhịp lớn để rút ngắn thời hạn thi công.

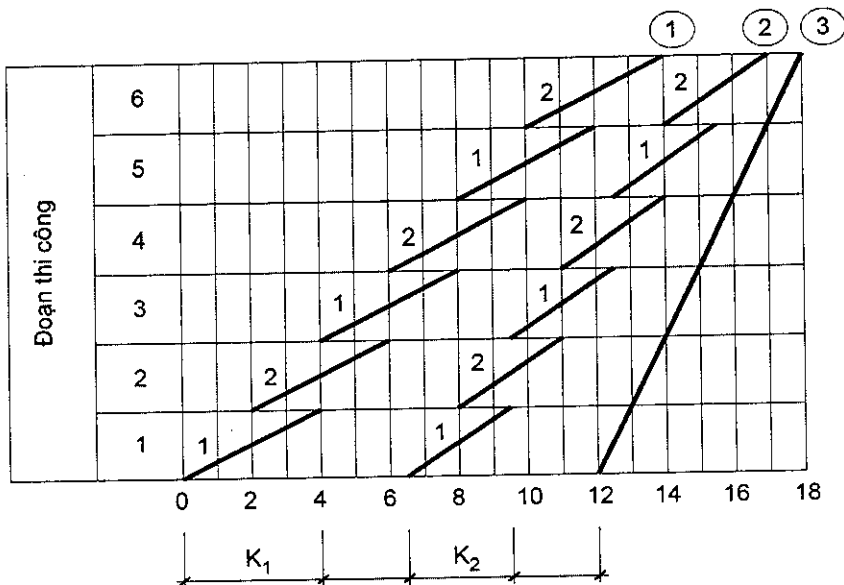
Giả sử có thể huy động được 2 tổ tham gia vào dây chuyền đầu và thứ 2, còn quá trình 3 vẫn giữ nguyên 1 tổ thì:

Nhịp điệu tham gia của các tổ vào dây chuyền đầu:

$$K_{01} = \frac{K_1}{N_{tổ}^1} = \frac{4}{2} = 2 \text{ ngày.}$$

Nhịp điệu tham gia của các tổ vào dây chuyền thứ hai:

$$K_{02} = \frac{K_2}{N_{tổ}^2} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ ngày.}$$



**Hình 3.9**

Nhịp điệu tham gia của các tổ vào dây chuyền cuối cùng:

$$K_{03} = \frac{K_3}{N_{t6}^3} = \frac{1}{1} = 1 \text{ ngày.}$$

Với cách bố trí tổ đội như trên thì thời hạn thi công sẽ là:

$$T = (4 + 3 + 1) + (6 - 1)[(2 - 1,5) + (1,5 - 1)] + (6 - 1) \cdot 1 = 18 \text{ ngày.}$$

Thời hạn thi công ở phương án này ngắn hơn so với phương án đầu 10 ngày.

Nếu điều kiện cho phép huy động 3 tổ ở dây chuyền 2:

$$K_{02} = \frac{K_2}{N_{t6}^2} = \frac{3}{3} = 1 \text{ ngày.}$$

Thời hạn thi công:

$$T = 8 + 5(2 - 1) + 5 = 18 \text{ ngày.}$$

Như vậy phương án 3 không lợi hơn phương án 2 về thời gian thực hiện.

*b) Đối với dây chuyền đẳng nhịp bội*

Ta có thể chọn dây chuyền có nhịp nhỏ nhất làm nhịp điệu tham gia chung của tất cả các tổ vào dây chuyền bộ phận.

Dây chuyền có nhịp nhỏ nhất ký hiệu nhịp điệu chung  $K_0$ :

$$K_{01} = K_{0i+1} = K_0 = \text{const.}$$

Công thức tính tổng thời gian thi công:

$$T = \sum_{j=1}^n K_j + (m - 1)K_0 + \sum t_{CN}.$$

Đặt  $B = \sum N_{t6}$  - tổng số tổ thực tế tham gia vào các dây chuyền bộ phận;

$$\beta = \frac{t_{CN}}{K_0} - \text{số tổ tương tượng tham gia vào dây chuyền thi công;}$$

$$B' = B + \beta, \text{ công thức trên được viết thành: } T = (B' + m - 1)K_0.$$

Xét lại ví dụ 3.1 (trang 69):

Chọn  $K_0 = 2$  là nhịp thông nhất tham gia vào các dây chuyền của các tổ.



Số tổ tham gia dây chuyền thứ nhất là:

$$N_{tổ} = \frac{K_1}{K_0} = \frac{6}{2} = 3 \text{ tổ.}$$

Số tổ tham gia dây chuyền 2 và dây chuyền 4 là 1 tổ.

Số tổ tham gia dây chuyền 3 là:

$$N_{tổ} = \frac{K_3}{K_0} = \frac{4}{2} = 2 \text{ tổ;}$$

$$B = \sum N_{tổ} = 3 + 1 + 2 + 1 = 7.$$

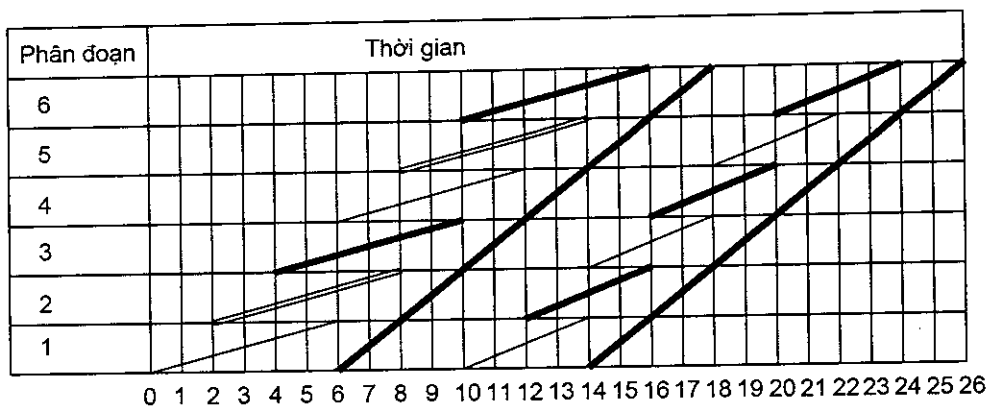
$\beta$  - số tổ tương đương:

$$\beta = \frac{t_{CN}}{K_0} = \frac{2}{2} = 1;$$

$$B' = B + \beta = 7 + 1 = 8.$$

Thời hạn thực hiện dây chuyền:

$$T = (B' + m - 1)K_0 = (8 + 6 - 1)2 = 26 \text{ ngày.}$$



Hình 3.10

### 3.3.4. Tính toán và thiết kế loại dây chuyền có nhịp thay đổi

Trong thực tế do những đặc điểm riêng về kiến trúc, kết cấu hay kỹ thuật thi công nên ta không phân chia đối tượng thi công thành các phân đoạn có khối lượng bằng nhau hay bội số của nhau.

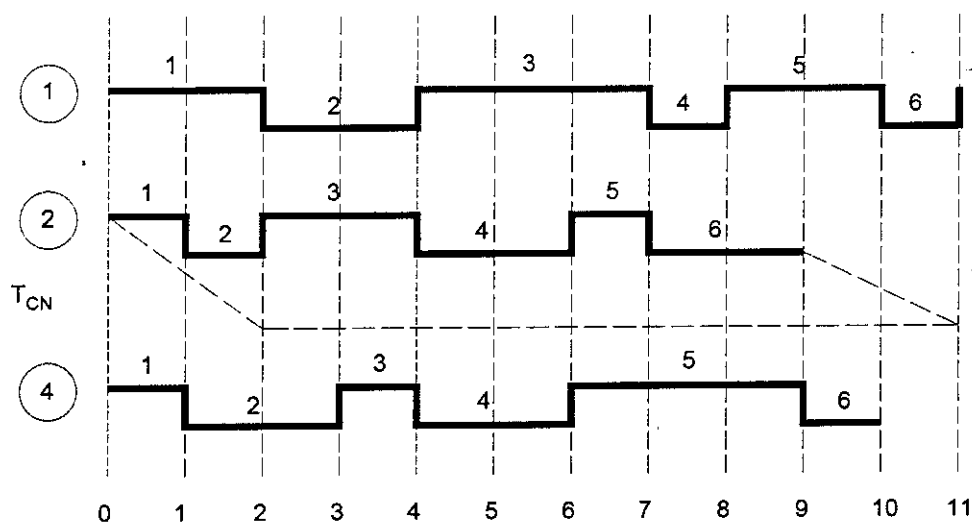
Vì vậy thời hạn thi công mỗi phân đoạn sẽ khác nhau, dẫn đến nhịp dây chuyền thay đổi theo từng phân đoạn.

Ví dụ 3.4: Một đối tượng thi công gồm 3 quá trình thành phần (1) (2) (3), sau quá trình (2) phải chờ gian đoạn kỹ thuật  $t_{CN} = 2$  ngày.

Đối tượng thi công được chia thành 6 phân đoạn (xem bảng dưới).

Phân đoạn \ Quá trình	Quá trình					
	1	2	3	4	5	6
(1) Ghép VK - CT	2	2	2	2	2	2
(2) Đổ bê tông	1	1	2	2	1	2
(3) Chờ BT ninh kết	2	2	2	2	2	2
(4) Tháo VK - lấp đất	1	2	1	2	3	1

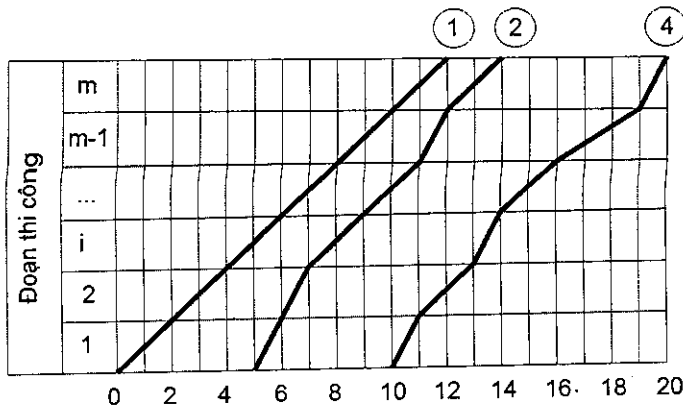
Giả sử các quá trình trên hoàn thành không phụ thuộc lẫn nhau, ta vẽ được tiến độ TC theo tiến độ ngang như hình vẽ.



Hình 3.11: Tiến độ thi công theo sơ đồ ngang cho ví dụ 3.4

Thực tế các công việc này lại phụ thuộc chặt chẽ với nhau. Do đó ta xét lại mối quan hệ của dây chuyền.

- Để phù hợp phân đoạn 1 (dây chuyền 1) thì dây chuyền 2 phải dịch sang phải 2 ngày, phân đoạn 2 (dây chuyền 1) thì dây chuyền 2 dịch sang 5 ngày. Lập luận tương tự để các tổ đội thực hiện dây chuyền làm việc liên tục thì dây chuyền 2 phải dịch sang phải 5 ngày.



**Hình 3.12:** Tiến độ theo sơ đồ xiên cho ví dụ 3.4

Xét mối quan hệ giữa dây chuyền 2 và dây chuyền 4 ta thấy: cần dịch chuyển dây chuyền 4 sang phải 5 ngày kể từ lúc bắt đầu dây chuyền 2. Ta vẽ lại tiến độ thi công dây chuyền.

\* *Thiết lập công thức:*

Để đi đến lập công thức tính toán, ta đưa ra khái niệm gọi là “sự tiệm cận giới hạn của 2 dây chuyền bộ phận kế tiếp nhau”.

Vị trí tiệm cận giới hạn của 2 dây chuyền bộ phận kế tiếp nhau là vị trí tại đó điều kiện mặt trận công tác và kỹ thuật thi công không cho phép chúng dịch lại gần nhau hơn nữa.

Xem hình trên ta thấy ngay tổng thời hạn thực hiện dây chuyền là:

$$T = \sum K'_b + t_n$$

Bây giờ ta xác định trị số  $K'_b$  ở vị trí tiệm cận giới hạn có 2 phương pháp chính.

- Phương pháp dịch chuyển sơ đồ trên giấy can: đơn giản, dễ thực hiện nhưng tốn thời gian.

- Phương pháp tính toán bằng công thức:

Từ hình vẽ (Hình 3.6):

$$T = \sum_{i=1}^{n-1} \min K_b^i + \sum_{\lambda=1}^m K_n^\lambda$$

trong đó:  $\sum_{\lambda=1}^m K_n^\lambda$  - thời hạn thực hiện dây chuyền bộ phận thứ n cuối cùng.

Giả sử phân đoạn l nào đó xảy ra sự tiệm cận giới hạn giữa dây chuyền i và dây chuyền i+1, ta có thể lập được 1 đa giác khép kín đi qua điểm tiệm cận giới hạn đó. Theo ví dụ trên, ở dây chuyền đầu và dây chuyền 2 ta có ABCDA.

Chiều đa giác ABCDA xuống trục nằm ngang:

$$AB - CD - AD = 0$$

$$\sum_{\lambda=1}^l K_i^\lambda - \sum_{\lambda=1}^{l-1} K_{i+1}^\lambda - K_b^i = 0$$

$$\Rightarrow K_b^i = \sum_{\lambda=1}^l K_i^\lambda - \sum_{\lambda=1}^{l-1} K_{i+1}^\lambda$$

Nếu giữa dây chuyền i và dây chuyền i + 1 tồn tại gián đoạn kỹ thuật  $t_{CN}$

$$K_b^i = \sum_{\lambda=1}^l K_i^\lambda + t_{CN} - \sum_{\lambda=1}^{l-1} K_{i+1}^\lambda$$

Khi lập dây chuyền loại này ta chưa biết phân đoạn l mà tại đó xảy ra giới hạn của 2 dây chuyền bộ phận đang xét. Vì vậy ta phải tính từ phân đoạn 1 ÷ m rồi chọn ra trị số lớn nhất  $K'_b$ : Công thức tổng quát:

$$\min K_b^i = \max_{1 \leq l \leq m} \left[ \sum_{\lambda=1}^l K_i^\lambda + t_{CN} - \sum_{\lambda=1}^{l-1} K_{i+1}^\lambda \right]$$

Thay vào công thức:

$$T = \sum_{\lambda=1}^{n-1} \min K_b^i + \sum_{\lambda=1}^m K_n^\lambda$$

Để tính toán trực tiếp là vấn đề khá rắc rối.

Ở đây người ta đưa ra hình thức biểu bảng để thực hiện quá trình tính toán cho đơn giản cho ví dụ 3.4.

$K_i$	0	2	2	3	1	2	1		
$\sum K_i^\lambda$		2	4	7	8	10	11		
$K_{i+1}^\lambda + t_{CN}^i$		2	3	(5)	4	4	4		
$K_{i+1}$		0	1	1	2	2	1	2	
$\sum K_{i+1}^\lambda$			1	2	4	6	7	9	

$K_b^{i+1} + t_{CN}^{i+1}$			1 + 2	1 + 2	1 + 2	2 + 2	1 + 2	0 + 2	
$K_{i+2}$			0	1	2	1	2	3	1
$\sum K_{i+2}^\lambda$				1	3	4	6	9	10

Bảng tính gồm  $n - 1$  dòng phụ kẹp giữa  $n$  dòng chính. Ở ví dụ này có 3 quá trình ứng với 3 dây chuyền bộ phận (nên số dòng chính là 3 với số dòng phụ là  $3 - 1 = 2$ ).

- + Điền các số liệu của bảng trên;
- + Cộng dồn các số liệu ở góc để ghi vào giữa các ô tương ứng;
- + Trừ các cột của dòng chính trên với các cột của dòng chính kê dưới để tìm trị số bước dây chuyền tương ứng với các phân đoạn kết quả ghi vào cột tương ứng của dòng phụ.

Chú ý cộng thêm  $t_{CN}$  - trong tính toán bỏ qua các giá trị âm.

Trị số lớn nhất trong dòng phụ vừa tính chính là bước dây chuyền cần tìm.

Làm tương tự cho các dây chuyền còn lại sẽ tính được tất cả các bước của dây chuyền. Ta thấy ở bảng  $K_b^1 = 5$ ,  $K_b^2 = 2 + 2 = 4$ .

Thời hạn thực hiện dây chuyền cuối tìm được ô cuối cùng của cột cuối cùng (10).

Tổng thời hạn thi công trong ví dụ này là:

$$T = (5) + (4) + (10) = 19 \text{ ngày.}$$

Từ đây ta có thể vẽ ra tiến độ.

### 3.3.5. Tính dây chuyền tổng hợp trong một số trường hợp đặc biệt

#### 3.3.5.1. Dây chuyền phát triển theo tuyến

Khi đối tượng thi công phát triển theo dạng tuyến như làm đường, lắp đặt đường ống... thì đoạn thi công là khái niệm quy ước. Thực tế đoạn thi công lúc đó được hiểu là tốc độ di chuyển của tổ đội phụ trách các dây chuyền bộ phận.

Thời hạn thi công dây chuyền dạng tuyến là:

$$T = T_{TR} + T_{SX}$$



trong đó:

$$T_{SX} = \frac{L}{V} - \text{giai đoạn sản xuất của dây chuyền};$$

$T_{TR}$  - giai đoạn triển khai dây chuyền;

$L$  - chiều dài công trình (km hay m);

$V$  - tốc độ di chuyển của tổ (Km/ca):

$$T = T_{TR} + \frac{L}{V}.$$

### 3.3.5.2. Dây chuyền phát triển theo đợt

- Dây chuyền có nhịp không đổi:

Khi chia đoạn công trình nên tuân theo điều kiện:

$$m \geq n + \frac{\sum t_{CN}}{K}.$$

Điều kiện này đảm bảo:

+ Dây chuyền lập ra có thời gian ổn định tối thiểu;

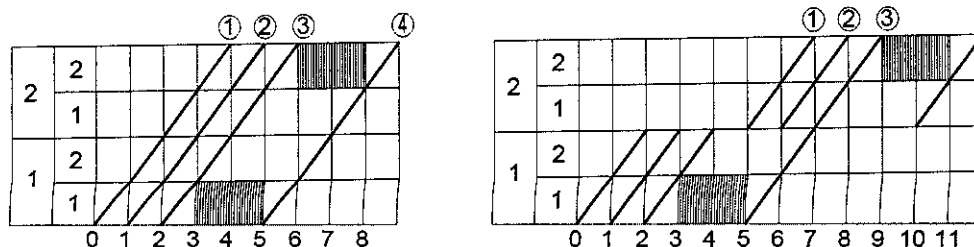
+ Không xảy ra hiện tượng chồng chéo trong thi công.

*Ví dụ 3.5:* Đổ bê tông một khung nhà 2 tầng phải thực hiện 4 dây chuyền bộ phận: ghép ván khuôn, đặt cốt thép, đổ bê tông và tháo dỡ ván khuôn. Sau khi đổ bê tông 2 ngày thì dỡ ván khuôn thành và có thể tiếp tục làm công việc của đợt 2 trên phân đoạn vừa tháo ván khuôn.

Bây giờ ta lập dây chuyền cho công tác thi công. Giả sử chia làm 2 đợt đổ bê tông cho khung nhà, mỗi đợt chia làm 2 phân đoạn dây chuyền  $K = 1$  ngày.

Kiểm tra điều kiện:  $m = 2$ ;  $n = 4$  và  $t_{CN} = 2$

$$m = 2 < 4 + 2 = 6$$



Hình 3.13

Ta lập được tiến độ ở hình trên.

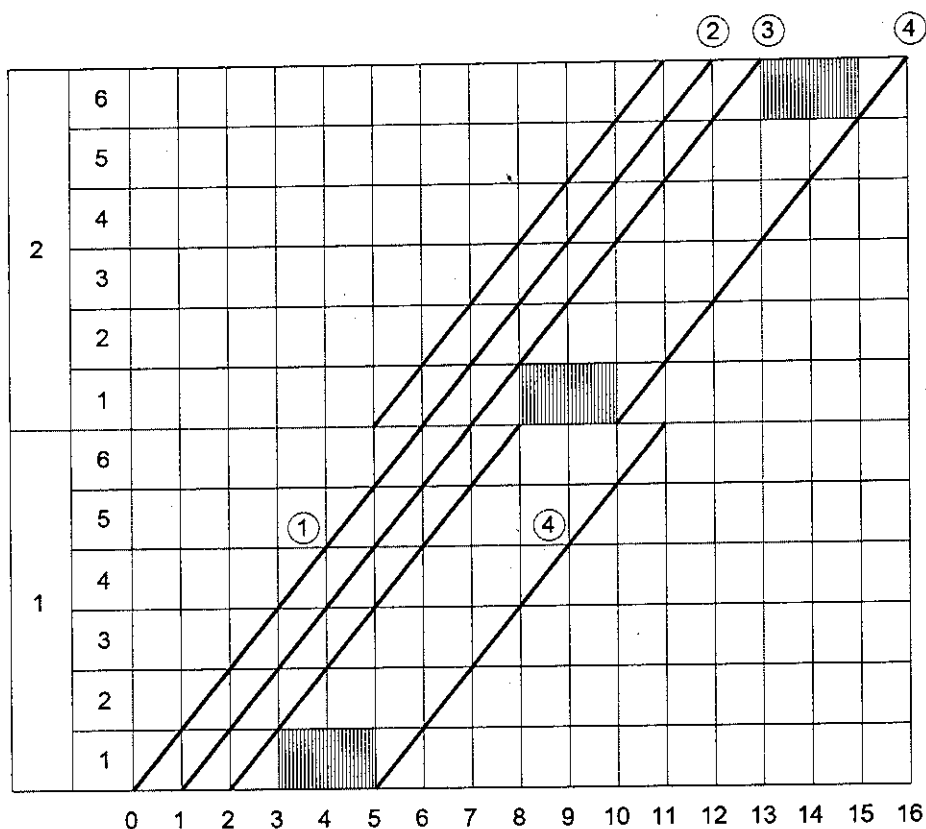
Nhìn vào tiến độ trên ta thấy khi phân đoạn 1, 2 ở đợt dưới đang đổ bê tông thì các phân đoạn ở đợt trên lại ghép ván khuôn.

Về mặt kỹ thuật và vấn đề an toàn không cho phép làm như vậy. Thiết kế dây chuyền như vậy là không đúng.

Bây giờ ta chia lại mỗi đợt thành 6 phân đoạn nhịp dây chuyền 1 ngày.

$$m = 6 = n + \frac{t_{CN}}{K} = \frac{4+2}{1} = 6 \text{ (thỏa mãn điều kiện).}$$

Ta lập tiến độ ở hình dưới.



Hình 3.14

Lúc này ta tránh trường hợp thi công chồng chéo.

- Dây chuyền có nhịp thay đổi: chấp nhận sự gián đoạn thời gian khi chuyển đợt.

### 3.3.6. Trình tự tổ chức thi công dây chuyên và đánh giá chất lượng dây chuyên

#### 3.3.6.1. Trình tự tổ chức thi công dây chuyên

Để thiết kế tiến độ thi công theo phương pháp dây chuyên cần tiến hành theo các bước chính sau:

- Nghiên cứu đối tượng thi công, các quy trình công nghệ tạo ra sản phẩm XD, tên các quá trình và trình tự tiến hành các quá trình thành phần;
- Nghiên cứu đặc điểm kiến trúc, kết cấu, kỹ thuật thi công. Trên cơ sở đó chia đối tượng thi công thành các khu vực, các đoạn và các phân đoạn, các đợt theo chiều cao (nếu cần). Nếu không ràng buộc về kết cấu, KTTTC thì các đoạn và đợt cần chia sao cho khối lượng của chúng bằng nhau hoặc là bội số của nhau để tổ chức thi công dây chuyên nhịp nhàng;
- Căn cứ khối lượng các đoạn, các đợt và định mức lao động, khả năng nhân lực, máy móc để tính ra thời hạn thực hiện các đoạn và đợt;
- Thiết kế tiến độ thi công phải phối hợp các quá trình thành phần theo các tính toán dây chuyên;
- Đánh giá chất lượng tiến độ vạch ra theo các chỉ tiêu về thời hạn, tiêu hao nhân lực, tính liên tục, nhịp nhàng ổn định của dây chuyên.

#### 3.3.6.2. Đánh giá chất lượng dây chuyên

a) Sự phát triển dây chuyên: qua 3 giai đoạn

- Giai đoạn triển khai dây chuyên ( $T_{tr}$ ) ở giai đoạn này các tổ lần lượt đi vào dây chuyên, tiêu hao tài nguyên tăng dần;
- Giai đoạn ổn định của dây chuyên ( $T_{\delta}$ ) ở giai đoạn này tất cả các lực lượng đã tham gia SX, năng lực SX triển khai tối đa, biểu đồ tài nguyên nằm ngang;
- Giai đoạn thu hẹp ( $T_{th}$ ) ở giai đoạn này lực lượng SX lần lượt rút khỏi dây chuyên, biểu đồ tài nguyên giảm dần.

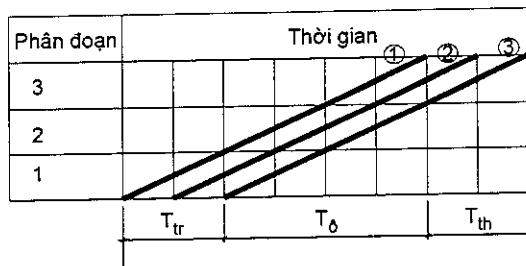
Trong hình vẽ ta thấy: Hình a có  $T_{\delta} > 0$ , Hình b có  $T_{\delta} = 0$ , Hình c có  $T_{\delta} < 0$ .

- Trong thi công dây chuyên phải thiết kế tiến độ sao cho  $T_{\delta} > 0$  và càng lớn càng tốt, trong thời gian này năng lực SX đã sử dụng tối đa, tài nguyên sử dụng và sản phẩm tạo ra liên tục nhịp nhàng.

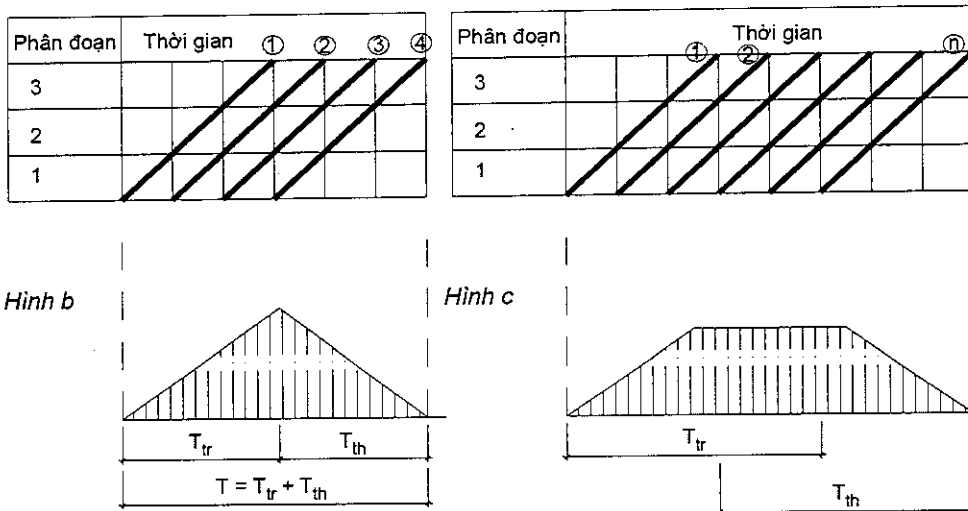


- Khi  $T_0 = 0$  là lúc năng lực SX vừa đạt tới tối đa đã thu hẹp. Tổ đội đầu tiên phải rút ra khỏi dây chuyền trong khi chưa hình thành 1 chu kỳ SX;

- Khi  $T_0 < 0$  là năng lực SX chưa đạt tối đa đã thu hẹp, SX luôn bị xáo động. Hết sức tránh tổ chức SX theo kiểu này.



Hình a



Hình 3.15

b) Một số chỉ tiêu đánh giá chất lượng dây chuyền

- Chỉ tiêu về mức độ ổn định ( $\alpha$ ):

$$\alpha = \frac{T_0}{T} = \frac{T - (T_{tr} + T_{th})}{T} = \frac{(m+n-1)k - 2(n-1)k}{(m+n-1)k} = \frac{m-n+1}{m+n-1}$$

- Chỉ tiêu về hiệu suất dây chuyền ( $\beta$ ):

$$\beta = \frac{m}{T} = \frac{m}{(m+n-1)k}$$

- Chỉ tiêu về hao phí thời gian cho 1 đơn vị sản phẩm ( $\gamma$ ):

$$\gamma = \frac{T}{m} = \frac{(m+n-1)k}{m}$$

- Chỉ tiêu về mức độ điều hòa chi phí tài nguyên ( $\delta$ ):

$$\delta = \frac{R_{tb}}{R_{max}}$$

trong đó:

$R_{tb}$  - mức tiêu phí tài nguyên trung bình trong suốt thời gian thi công;

$R_{max}$  - mức tiêu phí tài nguyên max trong thời gian thi công.

Ta có:

$$R_{tb} = \frac{(T + T_o)R_{max}}{2T}$$

$$\Rightarrow \delta = \frac{T + T_o}{2T} = \frac{m}{m+n-1}$$

- Các chỉ tiêu  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$  càng lớn thì dây chuyền tổ chức càng tốt. Ngoài ra còn đánh giá về thời hạn thi công.

- Với dây chuyền nhịp biến cần đánh giá thêm về tính liên tục của dây chuyền, tình trạng ngưng trệ của mặt trận công tác.

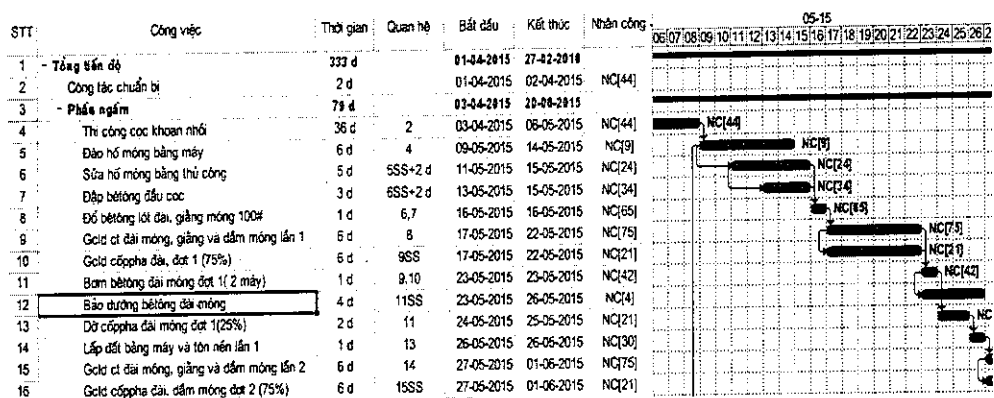
## Chương 4

# LẬP TIẾN ĐỘ THI CÔNG THEO PHƯƠNG PHÁP SƠ ĐỒ NGANG

### 4.1. NỘI DUNG VÀ YÊU CẦU CỦA BẢNG TIẾN ĐỘ THI CÔNG

#### 4.1.1. Nội dung của bảng tiến độ thi công

Kế hoạch tiến độ thi công là một loại biểu kế hoạch quy định rõ trình tự thi công (từ khi khởi công đến lúc hoàn thành) và thời gian thi công của các công trình trong một công trường hay của các công việc trong một công trình xây dựng (Hình 4.1).



**Hình 4.1. Tiến độ thể hiện theo sơ đồ ngang**

Những nội dung trên được biểu diễn bằng những đường thẳng nằm ngang (liên tục hoặc đứt quãng tỷ lệ với lịch thời gian) được gọi là kế hoạch tiến độ thi công theo sơ đồ ngang. Đường biểu diễn thể hiện công việc, thời gian ngày hoàn thành công việc (công trình). Phía trên đường biểu diễn của tiến độ ngang có thể thông báo tên công việc, số công nhân hoặc số ca máy... thực hiện công việc đó theo từng ngày (Hình 4.2).

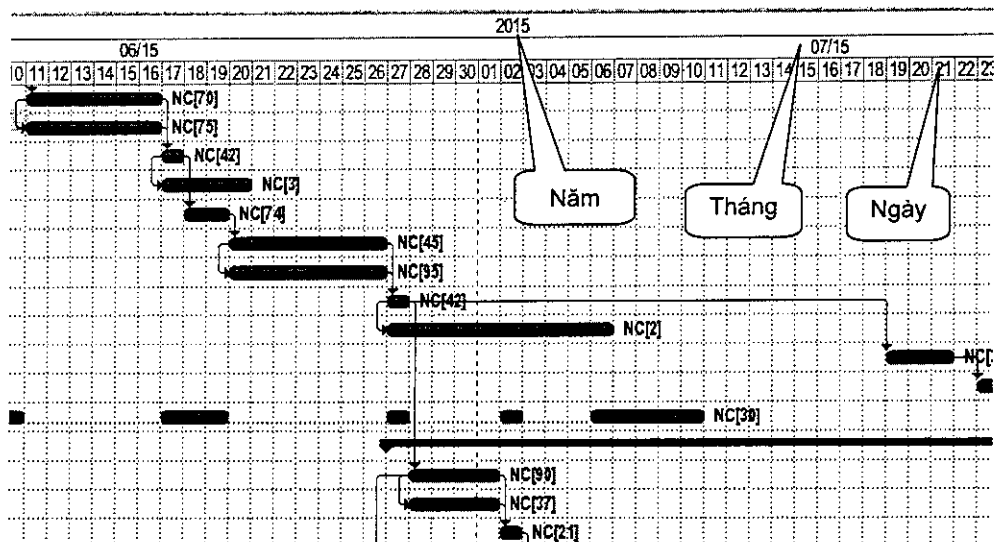
Kế hoạch tiến độ là một bộ phận quan trọng của công tác thiết kế tổ chức thi công. Nhằm vạch ra kế hoạch chỉ đạo thi công giúp cho cán bộ



- + Mức độ ưu tiên của các công việc;
- + Ràng buộc của các công việc (mối quan hệ và các gián đoạn kỹ thuật của các công việc);
- + Thứ tự thực hiện các công việc và mối quan hệ giữa chúng với nhau;
- + Danh sách tiến độ và phân công nhân sự;
- + Lịch làm việc của tiến độ và của từng cá nhân;
- + Các loại chi phí cho tiến độ: cho từng thành viên và cho từng công việc.

## 4.2. HỆ TRỤC THỜI GIAN

Hệ trục thời gian thường sử dụng trong sơ đồ ngang là hệ trục tọa độ theo phương ngang, trong đó đơn vị thời gian là ngày, tuần, tháng, năm (Hình 4.3).



*Hình 4.3. Tiến độ thể hiện theo sơ đồ ngang với trục thời gian ngày, tháng, năm*

## 4.3. PHƯƠNG PHÁP VẠCH TIẾN ĐỘ THI CÔNG

Trong mục 2.4 của Chương 2 đã trình bày đầy đủ các bước lập tiến độ thi công công trình nói chung. Và khi lập tiến độ theo phương pháp sơ đồ ngang cũng theo trình tự như vậy. Các bước chính là:

1. Nghiên cứu các tài liệu thiết kế, thi công và các điều kiện liên quan;
2. Phân chia đoạn, đợt thi công, các tổ hợp công tác và xác định các công việc trong từng tổ hợp;
3. Tính khối lượng các công tác;
4. Lựa chọn phương án thi công;
5. Tính nhu cầu về lao động và xe máy thi công;
6. Tính thời gian thực hiện các quá trình và xác định mối liên hệ về thời gian giữa các quá trình kế tiếp nhau;
7. Vạch lịch tiến độ công tác, vẽ biểu đồ nhân lực và điều chỉnh kế hoạch tiến độ.

Ở trong phần này sẽ trình bày rõ hơn nội dung và trình tự lập tiến độ thi công theo phương pháp sơ đồ ngang.

#### **4.3.1. Nghiên cứu các tài liệu thiết kế, thi công và các điều kiện liên quan**

Ý nghĩa của việc nghiên cứu kỹ hồ sơ thiết kế và các tài liệu có liên quan để có thể vạch tiến độ sát với điều kiện cụ thể của công trình với các điều kiện liên quan khác làm tăng tính hiện thực của kế hoạch sản xuất.

Các nội dung cần nghiên cứu đã được trình bày tại mục 2.4.1 của Chương 2.

#### **4.3.2. Phân đoạn, phân đợt thi công và xác định tổ hợp các công tác**

Mục đích của việc chia phân đoạn và phân đợt thi công là để có thể sắp xếp thi công song song xen kẽ nhịp nhàng ổn định, tạo điều kiện luân chuyển các thiết bị, tổ đội thi công để làm tăng năng suất lao động.

Xác định tổ hợp các công tác:

Đối với các công trình xây dựng nào khi triển khai thi công cũng cần tiến hành hàng loạt các tổ hợp công (tổ hợp công nghệ xây lắp). Các tổ hợp thường được phân chia cũng như sắp xếp theo trình tự triển khai thi công và phụ thuộc vào đặc điểm của từng phần. Hình 4.4 cho thấy với một công trình cao tầng có các tổ hợp công tác và trong từng tổ hợp công tác lại có các công việc.

<b>TỔNG TIẾN ĐỘ</b>	
	Công tác chuẩn bị
+	Phần ngầm
+	Tầng hầm
-	Tầng 1
	Gia công và lắp dựng cốt thép cột, vách, lõi thang máy
	Gia công và lắp dựng cốppha cột, vách, lõi thang máy
	Thi công bê tông cột, vách, lõi thang máy
	Tháo dỡ cốppha cột, vách, lõi thang máy
	Gia công và lắp dựng cốppha dầm, sàn, cầu thang
	Gia công và lắp dựng cốt thép dầm, sàn, cầu thang
	Thi công bê tông dầm, sàn, cầu thang
	Bảo dưỡng bê tông
	Tháo dỡ cốppha dầm, sàn, cầu thang
	Xây tường chèn, chèn khuôn cửa
	Lắp dựng cửa
	Lát nền
	Trát Tường trong nhà, trần
	Công tác khác
+	Tầng 2
+	Tầng 3
+	Tầng 4
+	Tầng 5
+	Tầng 6
+	Tầng 7
+	Tầng 8
+	Tầng 9
+	IV. hoàn thiện

**Hình 4.4.** Các tổ hợp công tác và các công việc trong một tầng

Như vậy các tổ hợp công tác có thể của một công trình cao tầng với kết cấu bê tông cốt thép toàn khối có thể gồm có: các công tác chuẩn bị; thi công phần cọc; thi công móng và tầng hầm; thi công xây lắp kết cấu chịu lực thân nhà (thuộc các tầng 1 đến mái); các công tác trên mái; các công tác trang trí và hoàn thiện. Từng tổ hợp công tác trên lại phân ra thành các loại công tác khác nhau...

### 4.3.3. Tính khối lượng các công tác

#### 4.3.3.1. Mục đích

Mục đích cơ bản của việc đo bóc khối lượng là cơ sở cho việc xác định chi phí đầu tư xây dựng công trình và lập bảng khối lượng mời thầu khi tổ chức lựa chọn nhà thầu. Ứng với các giai đoạn chuẩn bị đầu tư, thực hiện đầu tư và giai đoạn kết thúc xây dựng đưa dự án vào khai thác

sử dụng thì khối lượng của công tác xây dựng cũng được xác định tương ứng dựa trên bản vẽ thiết kế cơ sở, thiết kế bản vẽ kỹ thuật và thiết kế bản vẽ thi công.

Ngoài ra bản khối lượng là căn cứ chủ yếu để tính ra yêu cầu về vật tư, nhân lực và xe máy thi công phục vụ lập tiến độ thi công xây dựng công trình.

Để làm cơ sở lựa chọn giải pháp thi công và sử dụng nhân lực hợp lý.

#### **4.3.3.2. Nội dung**

- Căn cứ vào hồ sơ thiết kế kỹ thuật và thiết kế bản vẽ thi công tính khối lượng từng loại công tác;

- Căn cứ vào dự toán công trình để kiểm tra khối lượng tính toán;

- Đơn vị tính phải phù hợp với định mức...

Sau khi tính toán phải tổng hợp các khối lượng đó vào bảng.

Để nâng cao tính chính xác của khối lượng khi lập tiến độ thi công cần tuân thủ trình tự sau:

*Bước 1:* Nghiên cứu hồ sơ, bản vẽ thiết kế

Nghiên cứu, kiểm tra nắm vững các thông tin trong bản vẽ thiết kế và tài liệu chi dẫn kèm theo. Trường hợp cần thiết yêu cầu nhà thiết kế giải thích rõ các vấn đề có liên quan đến đo bóc khối lượng xây dựng công trình.

Nghiên cứu từ tổng thể, đến bộ phận rồi đến chi tiết để hiểu rõ bộ phận cần tính. Hiểu rõ từng bộ phận, tìm ra mối liên hệ giữa các bộ phận với nhau, phân tích những mâu thuẫn trong hồ sơ thiết kế (nếu có).

*Bước 2:* Phân tích khối lượng

Phân tích khối lượng là phân tích các loại công tác thành từng khối lượng để tính toán. Phân tích khối lượng phải phù hợp với quy cách đã được phân biệt trong định mức, đơn giá dự toán. Cùng một công việc nhưng quy cách khác nhau, cao trình thi công khác nhau thì phải tách riêng.

Phân tích khối lượng sao cho việc tính toán đơn giản, dễ dàng sử dụng các kiến thức toán học (như công thức tính chu vi, diện tích của hình phẳng, công thức tính thể tích của các hình khối). Các hình hoặc khối



phức tạp có thể chia các hình hoặc khối đó thành các hình hoặc khối đơn giản để tính.

### *Bước 3: Lập Bảng tính toán*

Liệt kê các công việc cần tính trong mỗi bộ phận công trình và đưa vào "Bảng tính toán, đo bóc khối lượng công trình, hạng mục công trình" (Bảng 2.1). Bảng tính toán này phải phù hợp với bản vẽ thiết kế, trình tự thi công xây dựng công trình, thể hiện được đầy đủ khối lượng xây dựng công trình và chỉ rõ được vị trí các bộ phận công trình, công tác xây dựng thuộc công trình.

Bảng tính toán, đo bóc khối lượng công trình, hạng mục công trình cần lập theo trình tự từ ngoài vào trong, từ dưới lên trên theo trình tự thi công (móng ngầm, khung, sàn bên trên, hoàn thiện, lắp đặt).

### *Bước 4: Tìm kích thước tính toán*

Sau khi đã phân tích khối lượng, lập Bảng tính toán của các phần việc, ta cần xác định kích thước của các chi tiết. Các kích thước này được ghi trong bản vẽ vì vậy người tính phải hiểu rõ cấu tạo của bộ phận cần tính. Lần lượt tìm kích thước, thực hiện đo bóc khối lượng xây dựng công trình theo Bảng tính toán, đo bóc khối lượng công trình, hạng mục công trình.

Thực hiện đo bóc khối lượng xây dựng công trình theo Bảng tính toán, đo bóc khối lượng công trình, hạng mục công trình.

### *Bước 5: Tính toán và trình bày kết quả tính toán*

Sau khi phân tích và xác định được kích thước ta tính toán và trình bày kết quả tính toán vào Bảng phân tích tính toán. Đối với công việc này đòi hỏi người tính phải tính toán đơn giản đảm bảo kết quả phải dễ kiểm tra.

- Phải triệt để việc sử dụng cách đặt thừa số chung cho các bộ phận giống nhau để giảm bớt khối lượng tính toán;

- Phải chú ý đến số liệu liên quan để tận dụng số liệu đó cho các tính toán tiếp theo;

- Khi tìm kích thước và lập các phép tính cần chú ý mỗi phép tính lập ra là một dòng ghi vào Bảng 4.1.

**Bảng 4.1: Bảng tính toán, đo bóc khối lượng công trình,  
hạng mục công trình**

TT	Ký hiệu bản vẽ	Mã hiệu công tác	Danh mục công tác đo bóc	Đơn vị tính	Số bộ phận giống nhau	Kích thước			Khối lượng (KL) một bộ phận	KL toàn bộ		Ghi chú
						Dài	Rộng	Cao (sâu)				
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)= 2*3*4	(6)= 1*5		(F)
I			Phần ngầm									
...			.....									

*Ghi chú:*

- Danh mục công tác ở cột (D) có thể xác định theo Hạng mục công trình và khối lượng các công tác xây dựng, lắp đặt của Hạng mục công trình.

- Đối với khối lượng công tác lắp đặt, khối lượng thiết bị xác định theo cái hoặc theo trọng lượng (tấn, kg) thì cột (2), (3) và (4) không sử dụng; khối lượng là diện tích thì chỉ sử dụng cột (2) và (3).

- Cột (F) dành cho các ghi chú đặc biệt cần thuyết minh làm rõ hơn về các đặc điểm cần lưu ý khi thực hiện đo bóc.

Tổng hợp các khối lượng xây dựng đã đo bóc vào "Bảng khối lượng xây dựng công trình" (Bảng 4.2) sau khi khối lượng đo bóc đã được xử lý theo nguyên tắc làm tròn các trị số.

**Bảng 4.2: Bảng tổng hợp khối lượng xây dựng công trình**

STT	Mã hiệu công tác	Khối lượng công tác xây dựng	Đơn vị tính	Khối lượng	Ghi chú
(A)	(B)	(C)	(D)	(1)	(E)
I		Phần ngầm			
		.....			

*Ghi chú:*

- Danh mục công tác xây dựng ở cột (C) có thể giữ nguyên như kết cấu ở bảng theo Bảng 4.1 hoặc có thể sắp xếp lại tùy theo mục đích sử dụng.

- Khối lượng ghi ở cột (1) là khối lượng đã đo bóc thể hiện ở cột (6) Bảng 4.2 và đã được xử lý làm tròn các trị số.

- Cột (E) dành cho các ghi chú đặc biệt cần thuyết minh làm rõ hơn về các đặc điểm cần lưu ý khi áp giá, xác định chi phí.

#### **4.3.3.3. Kỹ năng tính toán khối lượng**

Phần mềm dự toán giúp người sử dụng có được cơ sở dữ liệu về thứ tự công việc, hao phí vật tư, nhân công và máy thi công cho từng công việc, nhóm công việc, cho toàn bộ công trình. Riêng “Phần mềm DT200” còn cho phép xuất các file dữ liệu sang Excel nên nó là công cụ đắc lực đối với người sử dụng khi tính khối lượng để lập tiến độ thi công xây dựng công trình. Những công việc sau đây, bạn có thể lấy ra được từ DT2000 để xuất sang cho việc lập tiến độ ngang:

- Danh mục các công việc (tên công việc) kèm theo đơn vị tính và khối lượng thông qua khâu chuyển File tiên lượng từ DBF sang Excel hoặc Copy tiên lượng sang File mới phục vụ cho cột Tên công việc (Task name);

- Định mức và đơn giá từng công việc thông qua khâu in định mức dự toán hoặc in đơn giá xây dựng công trình;

- Phân tích vật tư cho từng công việc, nhóm công việc và cho toàn công trình thông qua khâu in bảng tiên lượng tính giá dự thầu + Chiết tính; in tổng hợp dự toán xây dựng công trình;

- Hao phí về vật tư, nhân công, xe máy thi công và tiền vốn cho từng công việc, từng loại vật tư, loại nhân công, loại máy thi công... thông qua khâu in hao phí nhân công... để lập tiến độ.

Ba nội dung này phục vụ liên tục cho việc xác định nhu cầu tài nguyên trong suốt quá trình của MS.

Như vậy trong một khoảng thời gian rất ngắn bạn đã có thể điền đầy bảng sau đây phục vụ cho lập tiến độ thi công:

**Bảng 4.3. Ví dụ về lập bảng khối lượng**

TT	Tên công việc	Đơn vị	Khối lượng	Định mức	Nhu cầu	Nhân công
<b>1</b>	<b>Tầng 1</b>					
2	Gcd cốt thép cột, vách, lõi thang máy				365	90
3	Vách	T	23.52	10.190	240	
4	Cột	T	14.18	8.850	125	
5	Gcd cốt pha cột, vách, lõi thang máy	100m <sup>2</sup>	5.17	28.725	149	37
6	Đổ bê tông cột, vách, lõi thang máy	m <sup>3</sup>	119.150			21
7	Bảo dưỡng bê tông cột, vách, lõi	Công				3
8	Tháo dỡ cốt pha cột, vách, lõi thang máy	100m <sup>2</sup>	5.170	9.575	50	16
9	Gcd cốt pha dầm, sàn và cầu thang	100m <sup>2</sup>	13.319	26.430	352	58
10	Gcd cốt thép dầm, sàn, cầu thang	T	59.016	9.510	561	92
11	Đổ bê tông dầm, sàn, cầu thang	m <sup>3</sup>	220.26			21
12	Bảo dưỡng bê tông	Công				3
13	Dỡ cốt pha sàn, dầm, cầu thang	100m <sup>2</sup>	13.319	8.810	117	30
14	Xây tường chèn	m <sup>3</sup>	89.000	2.430	216	18
15	Lắp dựng khuôn cửa và cửa	m	468.58	0.232	109	9
16	Trát tường trong nhà, trần	m <sup>2</sup>	2255.90	0.377	850	70
17	Lát nền	m <sup>2</sup>	776.00	0.170	132	44
18	Công tác khác	Công				3
<b>19</b>	<b>Tầng 2</b>					
20	Gcd cốt thép cột, vách lõi thang máy	T	32.260		313	75
21	Vách	T	20.16	10.190	205	
22	Cột	T	12.10	8.850	107	

**Bảng 4.3 (tiếp theo)**

TT	Tên công việc	Đơn vị	Khối lượng	Định mức	Nhu cầu	Nhân công
23	Gcd cốt pha cột, vách, lõi thang máy	100m <sup>2</sup>	5.40	28.725	155	35
24	Đổ bê tông cột, vách, lõi thang máy	m <sup>3</sup>	103.490			21
25	Bảo dưỡng bê tông cột, vách, lõi	Công				2
26	Tháo dỡ cốt pha cột, vách, lõi thang máy	100m <sup>2</sup>	5.40	9.575	52	13
27	Gcd cốt pha dầm, sàn và cầu thang	100m <sup>2</sup>	15.475	26.632	412	68
28	Gcd cốt thép dầm, sàn, cầu thang	T	58.212	9.562	557	92
29	Đổ bê tông dầm, sàn, cầu thang	m <sup>3</sup>	246.27			42
30	Bảo dưỡng bê tông					3
31	Dỡ cốt pha sàn, dầm, cầu thang	100m <sup>2</sup>	15.475	8.887	138	35
32	Xây tường chèn	m <sup>3</sup>	89.000	2.430	216	18
33	Lắp dựng khuôn cửa và cửa	m	504.55	0.232	117	10
34	Trát tường trong nhà, trần	m <sup>2</sup>	2255.90	0.377	850	70
35	Lát nền	m <sup>2</sup>	776.00	0.170	132	44
36	Công tác khác	Công				30

Trong quá trình lập tiến độ thi công, có thể sử dụng các phần mềm dự toán hỗ trợ trong việc tính tiền lương, hao phí vật liệu, nhân công và máy thi công. Trường hợp không có phần mềm hỗ trợ thì phải tự tính toán.

#### 4.3.4. Lựa chọn phương án thi công

##### 4.3.4.1. Cơ sở lựa chọn phương án thi công

- Đặc điểm công trình, quy mô công trình, thời gian thi công yêu cầu;
- Khối lượng công tác đã tính;
- Trình độ năng lực của đơn vị thi công;
- Các khả năng cung cấp thiết bị thi công, điện, nước...;
- Khả năng hợp tác với các cơ sở sản xuất và các đơn vị xây dựng ở trên địa bàn.

#### **4.3.4.2. Nội dung**

- Lựa chọn biện pháp kỹ thuật thi công như: phương án thi công bê tông cơ giới hay thủ công; lựa chọn biện pháp vận chuyển lên cao; lựa chọn phương án cây chống ván khuôn; thi công tầng hầm từ dưới lên hay từ trên xuống...

- Lựa chọn giải pháp tổ chức thi công: như thi công tuần tự; song song hay dây chuyền; biên chế tổ đội như thế nào...

#### **4.3.5. Tính nhu cầu về lao động và xe máy thi công**

- Sau khi đã lập bảng công việc và điền khối lượng công việc căn cứ vào định mức lao động và giải pháp kỹ thuật để tính ra số công lao động và số ca máy cần thiết. Chi tiết tham khảo tại cột số 5 và 6 của Bảng 4.4. Đối với các công tác vụn vặt và các công tác không lường trước có thể lấy bằng từ 5 - 10% số công thi công của mỗi quá trình và gọi tên là công tác khác.

#### **4.3.6. Tính toán thời gian thực hiện các quá trình và xác định mối liên hệ giữa các quá trình kế tiếp nhau**

##### **4.3.6.1. Thời gian thực hiện các quá trình**

Sau khi đã tính được nhu cầu về nhân công căn cứ vào điều kiện thi công và tính chất công việc và việc tổ chức sản xuất để tính số ngày (thời gian hoàn thành từng loại công tác). Tuy nhiên cần lưu ý:

- Nếu làm chế độ ca kíp sẽ đẩy nhanh tiến độ thi công nhưng chi phí cho quản lý điện nước tốn kém, thời gian giao ca dễ bị lãng phí;

- Làm ca kíp dẫn đến căng thẳng về vật liệu, nhân lực về sức khoẻ của các cán bộ công nhân và các quá trình phục vụ. Cho nên chỉ bố trí làm ca kíp khi thực sự cần thiết hoặc làm công tác phục vụ cho ngày hôm sau;

- Nên bố trí làm ca đối với các máy có công suất lớn (công tác đất, công tác đào).

Từ các công tác nêu trên có thể tiến hành lập được bảng tiên lượng như ví dụ sau đây (lấy ví dụ dự án Nhà làm việc và điều hành H2 - Học viện Kỹ thuật quân sự). Trong đó thời gian thực hiện các công việc được thể hiện tại cột 8 Bảng 4.4.

**Bảng 4.4: Bảng tiên lượng công việc**

Nhà điều hành và làm việc H2, Trường Học viện Kỹ thuật quân sự, Cầu Giấy, Hà Nội										
1	2	3	4	5			6		7	8
TT	Tên công việc	Đơn vị	Khối lượng	Định mức			Nhu cầu		Nhân công	Thời gian (ngày)
				NC	Máy	Ca	NC	Máy		
A	Công tác chuẩn bị	Công					100		12	8
B	Phần ngầm và tầng hầm									
1	Thi công cọc khoan nhồi	m	3406							
2	Đào hố móng bằng máy	100m <sup>3</sup>	51.40	1.422	0.346	73	17.78		44	36
3	Sửa hố móng bằng thủ công	m <sup>3</sup>	192.6	0.630		121			9	6
4	Đập bê tông đầu cọc	m <sup>3</sup>	118.8	0.720	0.871	86	103.48		24	5
5	Đổ bê tông lót móng	m <sup>3</sup>	54.85	1.180		65			34	3
6	Gia công và lắp dựng CT đài, giằng móng	T	71.08	6.350		451			65	1
7	Lắp dựng cốp pha đài, giằng móng	100m <sup>2</sup>	4.33	28.710		124			75	6
8	Đổ bê tông đài, giằng móng	m <sup>3</sup>	485.65						20	6
9	Bảo dưỡng bê tông đài, giằng móng	Công			0.123				59.84	42
10	Dỡ cốp pha đài, giằng móng	100m <sup>2</sup>	4.33	9.570		41			4	4
									20	2

**Bảng 4.4 (tiếp theo)**

Nhà điều hành và làm việc H2, Trường Học viện Kỹ thuật quân sự, Cầu Giấy, Hà Nội									
1	2	3	4	5		6		7	8
				Định mức		Nhu cầu			
TT	Tên công việc	Đơn vị	Khối lượng	NC Công	Máy Ca	NC Công	Máy Ca	Nhân công	Thời gian (ngày)
11	Lắp đất	100m <sup>3</sup>	4.49		0.094		0.42	6	2
12	Công tác khác	Công						30	10
<b>C</b>	<b>Phần thân</b>								
	<b>Tầng 1</b>								
13	Gia công, lắp dựng cốt thép cột, vách, lõi							365	90
14	Gia công, lắp dựng cốp pha cột, vách, lõi	100m <sup>2</sup>	5.17	28.725		149		37	4
15	Đổ bê tông cột, vách, lõi	m <sup>3</sup>	119.15		0.215		25.63	21	1
16	Bảo dưỡng bê tông cột, vách, lõi	Công						3	4
17	Tháo dỡ cốp pha cột, vách, lõi	100m <sup>2</sup>	5.17	9.575		50		16	3
18	Gia công, lắp dựng cốp pha dầm, sàn	100m <sup>2</sup>	13.32	26.430		352		58	6
19	Gia công, lắp dựng cốt thép dầm, sàn	T	59.02	9.510		561		92	6
20	Đổ bê tông dầm, sàn	m <sup>3</sup>	220.26		0.215		47.36	21	1



**Bảng 4.4 (tiếp theo)**

Nhà điều hành và làm việc H2, Trường Học viện Kỹ thuật quân sự, Cầu Giấy, Hà Nội										
1	2	3	4	5			6		7	8
				Định mức		Nhu cầu		Nhân công		
TT	Tên công việc	Đơn vị	Khối lượng	NC Công	Máy Ca	NC Công	Máy Ca		Thời gian (ngày)	
21	Bảo dưỡng bê tông	Công						3	14	
22	Dỡ cốp pha dầm, sàn	100m <sup>2</sup>	13.32	8.810		117		30	4	
23	Xây tường chèn	m <sup>3</sup>	89.00	2.430		216		18	12	
24	Lắp dựng khuôn cửa và cửa	m	468.58	0.232		109		9	12	
25	Thi công cầu thang							4	10	
26	Trát tường trong nhà và trần	m <sup>2</sup>	2255.90	0.377		850		70	12	
27	Lát nền	m <sup>2</sup>	776.00	0.170		132		44	3	
28	Công tác khác	Công						3	10	
<b>D</b>	<b>Phản hoàn thiện</b>									
29	Trát ngoài toàn bộ công trình	m <sup>2</sup>	5227.58	0.260		1359		40	34	
30	Lắp đặt thiết bị điện, nước công trình	Công						15	30	
31	Lấn sơn toàn bộ công trình	m <sup>2</sup>	110133.53	0.042		4626		71	65	
32	Thu dọn vệ sinh bàn giao công trình	Công						7	10	

#### 4.3.6.2. Xác định trình tự và mối liên hệ giữa các quá trình công tác

Là mối quan hệ ràng buộc giữa các quá trình với nhau trên cơ sở kỹ thuật xây dựng. Ví dụ cần gia công lắp dựng cốt thép, cốt pha đài, giằng móng đạt yêu cầu mới tiến hành đổ bê tông đài, giằng móng. Thực hiện đúng trình tự nhằm đảm bảo:

- Chất lượng công trình;
- Độ ổn định và bất biến dạng cho các bộ phận vừa mới thi công xong;
- An toàn lao động cho các công tác cùng làm kết hợp;

Một số nguyên tắc chung khi xác định quan hệ kỹ thuật và tổ chức giữa các công việc là:

- Ngoài công trường làm trước, trong công trường làm sau (ba thông và một bằng: thông nước, thông điện, thông đường, tiến hành san lấp, giải tỏa mặt bằng);

- Ngoài nhà làm trước trong nhà làm sau (phải có đầy đủ các công trình phục vụ thi công như: điện, cấp thoát nước, đường, kho bãi cất chứa nguyên vật liệu, lán trại tạm cho công nhân);

- Dưới mặt đất làm trước trên mặt đất làm sau, chỗ sâu làm trước chỗ nông làm sau;

- Cuối nguồn làm trước, đầu nguồn làm sau;

- Kết cấu làm trước hoàn thiện làm sau, kết cấu từ dưới lên, hoàn thiện từ trên xuống.

- Mối quan hệ kỹ thuật giữa các công việc chính của công trình xây dựng

(1) Công tác chuẩn bị (giải phóng mặt bằng, lán trại, chuẩn bị máy móc, vật liệu...):

- Công tác chuẩn bị phải được làm trước. Với công trình có quy mô nhỏ nên chuẩn bị xong mới bắt đầu thi công. Với công trình có mặt bằng rộng, quy mô lớn, có thể bắt đầu thi công khi công tác chuẩn bị đáp ứng được yêu cầu xây dựng.

(2) Công tác móng:

- Có thể tiến hành trong cùng giai đoạn của công tác chuẩn bị;

- Sửa hồ móng thủ công có thể tiến hành sau đào đất bằng máy từ 1 đến 2 ngày, kết thúc sửa hồ móng sau đào đất từ 1 đến 2 ngày;

- Sau khi kết thúc công tác thi công bê tông lót móng 1 ngày (12 đến 24 giờ) có thể thi công các bộ phận kết cấu bên trên (lắp đặt cốt thép hoặc xây tường...).

### (3) Công tác bê tông, bê tông cốt thép:

- Việc lắp đặt cốt thép và ghép cốt pha được tiến hành theo trật tự trước sau tùy thuộc vào loại kết cấu cần đổ bê tông (cột, dầm, sàn);

- Với cấu kiện dầm, sàn phải ghép cốt pha đáy trước rồi mới tiến hành lắp dựng cốt thép. Đối với cột, vách cần lắp dựng cốt thép trước, rồi mới tiến hành lắp dựng cốt pha;

- Tùy điều kiện thời tiết, sau khi đổ bê tông dầm, sàn 24 đến 48 giờ có thể vận chuyển và lắp đặt cốt thép cột, vách trên sàn;

- Chỉ được đổ bê tông cột, vách, dầm, sàn khi nghiệm thu công tác cốt thép và cốt pha của các cấu kiện đó đảm bảo yêu cầu kỹ thuật;

- Sau khi đổ bê tông, cần tiến hành bảo dưỡng ngay theo tiêu chuẩn (Theo thời tiết ở Việt Nam là từ 3 đến 4 giờ với trời nắng, và từ 7 đến 8 giờ với trời lạnh);

- Cốt pha không chịu lực (thành cột, thành dầm, móng) có thể tháo sau khi đổ bê tông từ 24 đến 36 giờ (sao cho không làm nứt bề mặt bê tông) tùy vào điều kiện thời tiết nóng hay lạnh;

- Cốt pha vách, tường, móng có thể tháo sau khi đổ bê tông từ 36 đến 48 giờ;

- Cốt pha chịu lực (cốt pha đáy dầm, sàn) có thể tháo dỡ khi đạt  $\geq 70\%$  cường độ bê tông theo thiết kế trong trường hợp không chất tải;

- Cốt pha chịu lực (cốt pha đáy dầm, sàn) có thể tháo dỡ khi đạt  $\geq 100\%$  cường độ bê tông theo thiết kế trong trường hợp có chất tải;

- Đối với nhà cao tầng kết cấu bê tông cốt thép, để thi công liên tục, cốt pha dầm, sàn tầng 1 được luân chuyển lên tầng 3, tại tầng 2 giữ nguyên hệ cốt pha, khi đó tại tầng 1 phải chống tại đáy dầm, đáy sàn với

khoảng cách cây chống  $\leq 3\text{m}$  (phương án cốp pha 2 tầng giáo rưỡi, trích theo TCVN 4453-1995).

*(4) Quan hệ công tác bê tông và công tác xây tường:*

- Công tác xây tường và làm vách ngăn chỉ được tiến hành sau khi đã tháo cốp pha đáy (dầm, sàn) và cột chống.

*(5) Quan hệ xây tường và lắp cửa:*

- Lắp khuôn cửa:

+ Khuôn cửa gỗ được lắp trong quá trình xây tường;

+ Trường hợp đặc biệt khuôn cửa gỗ lắp sau khi xây tường (trước khi trát) nhưng phải chèn, đặt định vị trước các bật cửa dọc khuôn cửa;

+ Khuôn cửa nhựa lõi thép, cửa nhôm kính lắp sau khi trát tường hoàn thành.

- Lắp cánh cửa:

+ Cánh cửa gỗ có khuôn được lắp sau khi trát trần và tường xong;

+ Cánh cửa nhôm kính, cửa nhựa lõi thép lắp sau khi sơn trần và tường nhà xong.

*(6) Quan hệ giữa các quá trình trong công tác hoàn thiện:*

- Chỉ được trát tường, trần khi đã khô hẳn. Với tường xây và trát bằng vữa xi măng cát, công tác trát tường được thực hiện sau công tác xây từ 3 ÷ 5 ngày trở lên;

- Trong một phòng trát trần trước, trát tường sau;

- Công tác sơn, vôi chỉ được thực làm khi lớp trát khô hẳn, thường bắt đầu sau công tác trát từ 5 ÷ 7 ngày. Lưu ý đối với công tác sơn trong nhà chỉ được thực hiện khi đã lát nền và ốp tường (nếu có).

*(7) Công tác làm mái:*

- Các quá trình: đổ xi, tạo dốc xong mới tiến hành đặt thép, đặt thép xong cho ít nhất 01 phân khu mới thi công bê tông chống thấm;

- Sau khi đổ bê tông chống thấm cần ngâm nước xi măng khoảng 07 ngày;

- Bề mặt mái khô hẳn mới được lát gạch.

### 4.3.7. Thể hiện tiến độ thi công

#### 4.3.7.1. Lịch công tác

Căn cứ vào kết quả tính toán ở bước 5 vạch lịch công tác theo mẫu sau:

TT	Tên công việc	Thời gian	Đơn vị	Định mức	Khối lượng	Công	Ca máy	Ngày, tháng, năm (vạch bằng nét ngang)
1								
2								
3								

Xem ví dụ Hình 4.5.

Khi vạch lịch công tác cần phải đặc biệt quan tâm một số vấn đề:

- Mốc thời gian bắt đầu và mốc thời gian kết thúc của toàn công trình;
- Mốc thời gian bắt đầu kết thúc của tổ hợp công tác, từng công tác;
- Mối liên hệ kỹ thuật và tổ chức giữa các công tác;

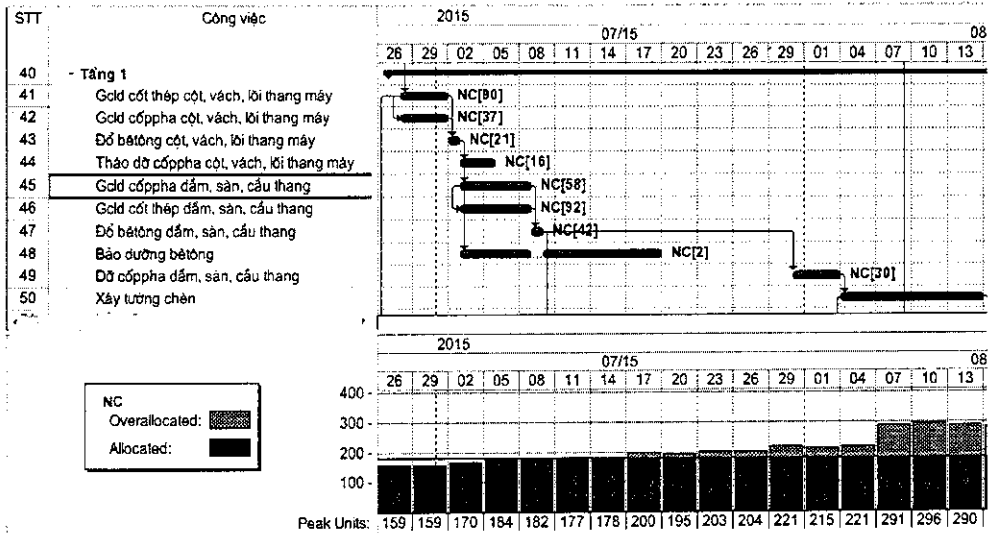
- Cần triển khai lịch công tác tối đa theo phương pháp thi công dây chuyền. Thực hiện tuần tự các công việc cùng loại và song song với các công việc khác loại. Các quá trình công tác được tiến hành một cách liên tục, nhịp nhàng, tương ứng với một năng lực sản xuất nhất định với mục tiêu tăng năng suất lao động, tăng chất lượng, giảm thời gian, giảm giá thành;

Tiến độ thi công công trình đơn vị được gọi là tiến độ thi công công trình.

#### 4.3.7.2. Vẽ biểu đồ nhân lực

- Cách vẽ: cộng dồn theo phương đứng và ghi tổng số tính từ mức số 0.

- Nội đường bao các đỉnh tung độ đã có thì vẽ được biểu đồ nhân lực (Hình 4.6).



**Hình 4.5.** Biểu đồ nhân lực thể hiện trên phần mềm Microsoft Project

### 4.3.7.3. Điều chỉnh kế hoạch tiến độ

Khi lập xong tiến độ có thể phát hiện ra bất hợp lý như: thời hạn thi công vượt quá quy định, sử dụng tài nguyên vượt quá giới hạn cho phép, xuất hiện sự bất hợp lý của một số chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật thì phải điều chỉnh kế hoạch tiến độ.

#### a) Điều chỉnh về thời gian

Tìm biện pháp rút ngắn thời hạn thực hiện các quá trình chủ đạo bằng 2 phương pháp chủ yếu:

- Thay đổi biện pháp kỹ thuật thi công:
  - + Thay đổi phương án kết cấu (thi công lắp ghép thay cho thi công toàn khối...);
  - + Thay thế lao động thủ công bằng cơ giới;
  - + Sử dụng phụ gia...
- Thay đổi biện pháp tổ chức thi công:
  - + Tăng cường nhân lực máy móc;
  - + Chia lại đoạn, đợt thi công sắp xếp thi công xen kẽ ở mức độ tối đa của các quá trình;
  - + Tăng ca, kíp khi mặt trận công tác hạn chế.

#### b) Điều chỉnh về tài nguyên

Trì hoãn hay kéo dài thời gian của một số công việc mà không ảnh hưởng đến thời hạn thi công.

#### 4.4. BIỂU ĐỘ NHÂN LỰC

- Nhân lực phải được sử dụng hợp lý trong suốt quá trình đưa vào sản xuất.

- Số công nhân trong từng nghề không nên biến động vượt quá 15% số công nhân trung bình của nghề đó.

- Biểu đồ nhân lực không được tồn tại đỉnh cao ngắn hạn và trũng sâu dài hạn.

- Đánh giá biểu đồ nhân lực:

+ Hệ số không đồng đều về sử dụng công nhân ( $K_1$ ):

$$K_1 = \frac{A_{\max}}{A_{tb}}$$

trong đó:

$A_{\max}$  - số công nhân cao nhất trong thời kỳ sử dụng;

$A_{tb}$  - số công nhân trung bình trong suốt kỳ sử dụng:

$$A_{tb} = \frac{S}{T}$$

S - tổng số lao động tính bằng ngày công (chính bằng diện tích biểu đồ nhân lực);

T - thời hạn thực hiện tiến độ thi công;

$K_1$  càng tiến tới 1 càng tốt ( $K_1 \leq 1,5$  chấp nhận được).

+ Hệ số phân bố lao động không đều ( $K_2$ ):

$$K_2 = \frac{S_d}{S}$$

trong đó:

$S_d$  - lượng lao động dôi ra so với lượng lao động trung bình.

$K_2$  càng tiến tới 0 càng tốt ( $K_2 \leq 0,2$  chấp nhận được).

#### 4.5. TIẾN ĐỘ THI CÔNG NHIỀU CÔNG TRÌNH

Mục tiêu quan trọng của tiến độ thi công là chỉ ra phương hướng và trình tự triển khai thực hiện các công tác và thi công các hạng mục công trình hoặc công trình chính và các công trình phụ trợ. Nó là cơ sở để lập ra các kế hoạch cung cấp, điều hòa phân phối các nguồn vật tư, kỹ thuật nhằm đảm bảo cho quá trình sản xuất được tiến hành liên tục, nhịp nhàng, rút ngắn thời gian thi công chung của cả dự án.

Các bước lập tiến độ thi công nhiều công trình:

- Phân nhóm các hạng mục;
- Lập danh sách tính khối lượng công tác và nhân công;
- Chọn biện pháp thi công công tác chính, chọn máy thi công...;
- Lập kế hoạch tổng tiến độ;
- Lập biểu đồ cung cấp nhân lực vật tư...

Khi lập kế hoạch tiến độ cần phải chú ý mấy điểm sau:

- Đảm bảo được toàn bộ công trình và từng phần của nó vào sử dụng đúng và vượt kỳ hạn;
- Thực hiện thi công dây chuyền các công tác chủ yếu;
- Biểu đồ nhân lực tổng cộng và theo từng nghề phải điều hòa;
- Phân bổ dự toán xây lắp đều đặn và hợp lý theo từng quý.

Về cơ bản kế hoạch tiến độ được lập nên trên cơ sở thực hiện thi công dây chuyền từng loại công tác (nhất là công tác chủ yếu), tuy vậy thực tế có nhiều hạng mục khác nhau trong một nhóm nhà, do đó rất khó tổ chức dây chuyền.

Các phương pháp lập tiến độ thi công nhiều công trình:

- Lập tiến độ thi công nhiều công trình theo lịch thời gian. Kết cấu của nó cũng tương tự như bảng tiến độ thi công công trình đơn vị, nghĩa là phần trái bao gồm các cột thể hiện các tổ hợp công tác, khối lượng cần hoàn thành, nhu cầu về số ca máy, số ngày công các loại và cuối cùng là số ngày thi công tương ứng với từng công tác. Phần phải là lịch tiến độ;
- Lập tiến độ thi công nhiều công trình theo hình thức phân phối vốn đầu tư. Để thuận tiện cho việc theo dõi tiến độ thi công toàn bộ các hạng mục trên khả năng cung cấp vốn, có thể lập tiến độ thi công nhóm



nhà hay toàn bộ công trình gồm nhiều hạng mục theo hình thức phân phối vốn.

#### **4.6. ƯU, NHƯỢC ĐIỂM CỦA TIẾN ĐỘ THI CÔNG THEO PHƯƠNG PHÁP SƠ ĐỒ NGANG**

##### **4.6.1. Ưu điểm**

- Dễ lập và dễ quản lý;
- Mô tả mối quan hệ đáp ứng được tính chất đặc thù của ngành Xây dựng (mối quan hệ giữa các công việc, tài nguyên...);
- Giảm bớt được khối lượng tính toán khi tính chất công việc tương tự nhau;
- Dễ dàng chỉnh sửa nếu có một số yếu tố thay đổi trong quá trình thi công;
- Tự tính được một số thông số do yêu cầu của công việc (biểu đồ nhân lực, tổng nhân công, tổng thời gian thi công công trình...);
- Đáp ứng được tính chuyên nghiệp hóa của công nghệ xây dựng đương đại.

##### **4.6.2. Nhược điểm**

Không thể hiện rõ mối liên hệ 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, nói cách khác phương pháp sơ đồ 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. Tuy nhiên trên thực tế hiện nay phương pháp này đang được sử dụng khá phổ biến do tính chất đơn giản và dễ hiểu của nó.

## 4.7. PHẦN MỀM LẬP TIẾN ĐỘ THI CÔNG CÔNG TRÌNH ĐƠN VỊ

### 4.7.1. Phần mềm Microsoft Project

- Khái niệm

Microsoft Project là chương trình phần mềm chuyên để lập và quản lý tiến độ dùng cho máy tính điện tử hệ Windows. Cho đến nay, chương trình này là chương trình để phục vụ cho việc lập kế hoạch tiến độ và điều khiển tiến độ có hiệu quả bậc nhất.

Có thể chia thời gian làm hai giai đoạn:

- Giai đoạn lập kế hoạch, chương trình giúp ta:

- + Lập kế hoạch sản xuất;

- + Lên lịch công tác cho các kiểu chia thời gian: giờ, ngày, tuần lễ, tháng, quý, năm...;

- + Chỉ định các dạng tài nguyên và chi phí cho từng việc và tổng hợp thành sơ đồ;

- + Chuẩn bị báo biểu để thông báo kế hoạch tác nghiệp đến những người cần biết bản kế hoạch.

- Giai đoạn thực hiện tiến độ, chương trình này giúp ta:

- + Giám sát việc thi hành thực tế;

- + Dự liệu các tác động đến dự án khi xảy ra những sự kiện ngẫu nhiên làm ảnh hưởng đến quá trình thực hiện dự án;

- + Kiểm tra và điều chỉnh dự án để đối phó với các biến động ngẫu nhiên;

- + Lập các báo biểu sau cùng về kết quả của dự án.

Tuy nhiên, Microsoft Project chỉ là một công cụ để người quản lý dự án sử dụng, nó không thay thế chúng ta quản lý dự án cũng như thực hiện các công việc sau:

- Microsoft Project không thể tạo ra các công việc, không biết dự án của chúng ta bao gồm những công việc gì (mỗi một dự án khác nhau sẽ có những công việc khác nhau);

- Microsoft Project không thể tạo ra các quan hệ logic giữa các công việc (không biết công việc nào triển khai trước, công việc nào triển khai sau, công việc nào liên quan đến công việc nào);

- Microsoft Project không biết được thời hạn thực hiện của mỗi công việc (không biết khi nào thì dự án khởi công, khi nào thì dự án hoàn thành, mỗi công việc của dự án thì công trong thời gian bao lâu);

- Microsoft Project không có khả năng biết tài nguyên gì cần gán cho mỗi công việc (không biết mỗi loại công việc sẽ tiêu tốn loại tài nguyên gì?).

Những việc trên là việc của người lập kế hoạch phải làm trước khi xây dựng tiến độ. Để xác lập được các việc nêu trên phụ thuộc vào biện pháp kỹ thuật sản xuất do kỹ sư lập ra.

#### **4.7.2. Phần mềm Primavera**

Primavera là phần mềm tổng thể áp dụng cho một dự án lớn để lập kế hoạch, quản lý và kiểm soát dự án. Primavera đa dạng hóa các giải pháp chạy trên nền đơn lẻ đến các giải pháp chạy trên mạng LAN và Internet. Các giải pháp có thể kết hợp cho phép lập kế hoạch, quản lý và tối ưu hóa các danh mục đầu tư thông qua các dự án để luôn phát triển.

Primavera có nhiều giải pháp phần mềm chuyên dụng như: P6, Pert Maser, Contract Manager, Cost Manager.

P6 là một giải pháp phần mềm cho việc lập kế hoạch, quản lý và kiểm soát dự án để đạt được mục tiêu về ngân sách và thời gian thông qua việc tối ưu hóa tiến độ, nguồn lực và chi phí từ các dự án riêng lẻ đến tập dự án. P6 là một giải pháp phần mềm ưu việt cho việc lập, quản lý và kiểm soát dự án, dữ liệu của dự án được lưu trữ trên cơ sở dữ liệu tập trung và có thể truy xuất thông qua mạng LAN hay Internet.

Pert Maser là phần mềm dùng để phân tích và quản lý rủi ro, nó cho phép phân tích và đánh giá được các rủi ro có thể xảy ra với các dự án thông qua việc mô phỏng sự tác động của chi phí và thời gian vào các trường hợp có thể xảy ra.

Contract Manager là phần mềm cho phép kiểm soát, theo dõi các tài liệu, hợp đồng từ giai đoạn lên ngân sách đến giai đoạn đấu và giao thầu. Contract Manager cho phép theo dõi tất cả các tờ trình liên quan đến dự án và được kiểm soát phê duyệt theo một quy trình chuẩn. Với các chức năng quản lý thay đổi cho phép người sử dụng đảm bảo mọi thay đổi được giải quyết, các khoản phải thanh toán theo đúng tiến độ và chất lượng, hạn chế tình trạng kiện cáo.

Cost Manager là phần mềm cho phép quản lý chi phí của dự án hiệu quả và nhanh chóng thông qua phương pháp Earned Value. Một loạt các biểu đồ sinh động được tự động tạo khi các thông tin của dự án thay đổi giúp người dùng dễ dàng nhận ra tiến trình thực hiện dự án. Phần mềm được thiết kế có thể kết nối với các phần mềm khác của Primavera và hệ thống kế toán doanh nghiệp giúp người dùng luôn kiểm soát chặt chẽ và hiệu quả của từng dự án nói riêng và tập dự án của chủ đầu tư nói chung.

Các tiện ích của phần mềm Primavera:

1. Primavera cho phép các chế độ mở như:

- Shared: Nhiều người dùng có thể xem, nhập, sửa dữ liệu (mặc định);
- Read Only: Chỉ được xem dữ liệu, không được chỉnh sửa;
- Exclusive: Người dùng hiện tại, là người duy nhất được chỉnh sửa dữ liệu. Những người khác chỉ được phép xem thông tin;
- Chế độ Exclusive được khuyến khích sử dụng, khi doanh nghiệp cho phép nhiều nhân sự sử dụng Primavera.

2. Primavera cho phép xem, sửa và lưu các kiểu hiển thị của dự án như:

- Một kiểu hiển thị được thiết lập để thể hiện thị thông tin và những thành phần của dự án;
- Kiểu hiển thị có thể được chỉnh sửa và lưu trữ trong các cửa sổ: Projects, WBS, Activities, Resource Assignments, và Tracking;
- Các kiểu hiển thị trong cửa sổ công việc;
- Gantt Chart (dưới dạng cột hoặc qua thời gian);
- Activity Usage Spreadsheet (Hiển thị dữ liệu về): Unit, Cost, hoặc Earned Value;
- Activity Network - Hiển thị sơ đồ mối quan hệ giữa các công việc;
- Activity Table - Cho phép xem dữ liệu của công việc dưới dạng bảng tính.

3. Primavera cho phép quản lý thư viện tài liệu dự án:

- Cửa sổ Work Products & Documents cho phép quản lý thông tin chung về tài liệu của dự án, bao gồm liên kết đến những tập tin tài liệu thực tế. Tài liệu được sắp xếp dạng phân nhánh giúp cho việc phân loại dễ dàng;

- Có thể phân loại và theo dõi tài liệu liên quan và văn bản bàn giao của dự án, cung cấp những tiêu chuẩn và hướng dẫn về việc thực hiện công tác trong một công việc;

- Tài liệu có thể được vạch ra làm hai loại: kết quả công tác và tài liệu tham khảo;

- Sử dụng hộp thoại Detail để xem thông tin chi tiết về tài liệu. Các mục có thể được chỉnh sửa: Title - Tên của tài liệu; Author - Tác giả, người lập tài liệu; Version - Số phiên bản; Date - Ngày xem; Private/Public Location - Đường dẫn đến tập tin tài liệu; Launch Private/Public location - Mở tập tin trên ứng dụng của chúng; Description - Ghi chép chú thích, mô tả về tài liệu.

4. Primavera cho phép quản lý, phân tích, phân bổ và tối ưu hóa nguồn lực và chi phí:

Primavera cho phép sau khi lập kế hoạch dự án, thẩm tra lại dự án phù hợp với yêu cầu của chủ đầu tư như ngày, nguồn lực và yêu cầu về chi phí. Trong trường hợp có sự mâu thuẫn giữa thông tin trong dự án và những yêu cầu của dự án, dựa vào: phân tích ngày trong kế hoạch (xem xét lịch trình nhằm chắc chắn các cột mốc và ngày trong dự án được bảo đảm); phân tích sự phân bổ nguồn lực (xem xét nguồn lực nhằm chắc chắn nguồn lực được phân bổ không vượt định mức); phân tích vốn (xem xét chi phí dự án).

5. Primavera cho phép cập nhật và điều khiển dự án:

- Khi dự án đã bắt đầu, dữ liệu thực tế của dự án cần được cập nhật theo một chu kỳ tuần hoàn. Người sử dụng cần đưa ra những yêu cầu cụ thể về việc thu thập dữ liệu và bao lâu một lần cho một chu kỳ cập nhật;

- Sau khi cập nhật tiến độ, phân tích ngày trong lịch trình (có thể rút ngắn lịch trình dự án), sự phân bổ nguồn lực, chi phí và vốn để điều khiển dự án.

## Chương 5

# LẬP KẾ HOẠCH TIỀN ĐỘ THEO SƠ ĐỒ MẠNG LƯỚI

### 5.1. LẬP TIỀN ĐỘ THEO PHƯƠNG PHÁP CPM

#### 5.1.1. Sự hình thành sơ đồ mạng lưới - Sơ đồ mạng CPM

##### 5.1.1.1. Sự hình thành sơ đồ mạng lưới

Để hiểu về khái niệm sơ đồ mạng ta xét ví dụ: khi lắp ghép một khung nhà công nghiệp 1 tầng, trình tự và thời hạn thực hiện các công việc chính được thể hiện ở bảng dưới:

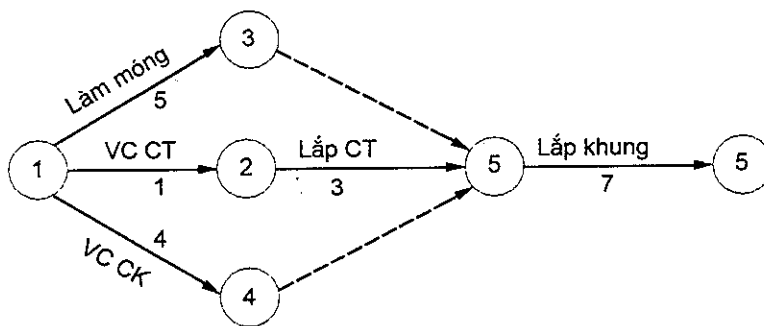
TT	Tên công việc	Thời gian												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Làm móng nhà													
2	Vận chuyển cần trục về													
3	Lắp dựng cần trục													
4	Vận chuyển cầu kiện													
5	Lắp ghép khung nhà													

Từ bảng tiến độ ta thấy: công việc làm móng, vận chuyển cần trục và vận chuyển cầu kiện có thể tiến hành đồng thời và không phụ thuộc lẫn nhau. Công việc lắp dựng cần trục chỉ tiến hành sau khi vận chuyển cần trục về công trường.

Công việc lắp ghép khung nhà chỉ có thể bắt đầu khi các công việc 1, 2, 3, 4 đã hoàn thành. Để biểu thị mối liên hệ phụ thuộc đó giữa các công việc ta dùng các mũi tên nét đứt nối các công việc. Ta được một sơ đồ mới.

TT	Tên công việc	Thời gian												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Làm móng nhà	○	—	—	—	—	○							
2	Vận chuyển cần trục	○	○	—	—	—	—							
3	Lắp dựng cần trục		○	—	—	○	—							
4	Vận chuyển cấu kiện	○	—	—	—	○	—							
5	Lắp ghép khung nhà						○	—	—	—	—	—	○	

Đánh số thứ tự các khuyên tròn. Ghi tên và thời gian các công việc. Gộp các vòng tròn xuất phát ban đầu. Ta được sơ đồ mạng.



Hình 5.1: Sơ đồ mạng lưới lắp khung nhà

Như vậy, sơ đồ mạng là một hệ thống các công việc được sắp xếp theo một trình tự nhất định kể từ khi bắt đầu cho đến khi kết thúc quá trình tạo nên một sản phẩm nào đó. Trong xây dựng sản phẩm đó là công trình xây dựng.

Về hình thức sơ đồ mạng là mô hình mạng lưới gồm những “đường” và “nút” thể hiện mối liên hệ quy ước hoặc logic giữa các công việc thuộc một tập hợp nào đó.

- Sơ đồ mạng với các công việc thể hiện trên các cung của mạng phương pháp đường gãy CPM (Critical Path Method).

- Sơ đồ mạng với các công việc thể hiện trên nút của mạng phương pháp MPM (Metra Potential Method).

- PERT (Program Evaluation and Review Technique): kỹ thuật ước lượng và kiểm tra dự án.

Tuy nhiên hai phương pháp CPM, PERT được dùng phổ biến hơn cả. Hai phương pháp này xuất hiện gần như đồng thời vào những năm 1958 - 1960, khi Mỹ chế tạo tên lửa dự định trong 5 năm, nhưng nhờ phát minh ra sơ đồ mạng để lập kế hoạch nên đã hoàn thành trong 3 năm. Ở Việt Nam, sơ đồ mạng được áp dụng vào việc xây dựng nhà máy Cơ khí An Biên (Hải Phòng) năm 1966, xây nhà máy Nhiệt điện Ninh Bình (1972), v.v...

Ưu điểm của phương pháp sơ đồ mạng so với sơ đồ ngang là:

- Chi rõ mối quan hệ logic và liên hệ kỹ thuật giữa các công việc trong sơ đồ mạng;

- Ghi rõ các công việc trọng tâm cần tập trung chỉ đạo khi thi công;

- Cho phép định kỳ điều chỉnh mà không cần phải lập lại sơ đồ mạng;

- Thuận lợi cho tự động hoá tính toán và điều hành kế hoạch.

Tuy nhiên, phương pháp sơ đồ mạng chỉ là một công cụ giúp cho việc lập kế hoạch tiến độ và điều hành sản xuất có hiệu quả trên cơ sở có sự quản lý sát sao của con người, có sự đảm bảo về cung ứng vật tư - kỹ thuật và đảm bảo lao động theo yêu cầu đã lập ra trong mạng. Những quy định chặt chẽ khi thiết lập và điều khiển sơ đồ mạng cũng làm cho việc áp dụng có phần khó khăn.

### **5.1.1.2. Sơ đồ mạng CPM**

Phương pháp CPM (Critical Path Method) tiếng Việt gọi là phương pháp đường găng. Đây là một phương pháp có ý nghĩa thực tiễn và được ứng dụng khá rộng rãi trong xây dựng với phần lớn các công việc đều có thể xác định được thời gian; khi từng công việc được xác định thời gian thì thời gian để hoàn thành toàn bộ dự án cũng được xác định. Điều quan trọng chung của mọi phương pháp là phân tích được các thông số về thời gian để có cơ sở lập tiến độ và điều khiển tiến độ sau này.

Một trong những nguyên tắc quan trọng để điều khiển tự động là phải tìm được khâu chủ yếu. Đường găng trong sơ đồ mạng chính là khâu chủ yếu đó. Việc xác định đường găng chính là tìm trong số các công việc phải hoàn thành, những công việc nào là then chốt quyết định đến thời gian hoàn thành dự án. Và thế người ta thường gọi phương pháp này là



phương pháp đường găng, trong giao tiếp và khi sử dụng các phần mềm tính toán thường gọi là phương pháp CPM.

Trong quá trình triển khai dự án, các yếu tố về môi trường, thời tiết, tái nguyên, thiết kế,... sẽ làm cho tiến độ luôn thay đổi. Sơ đồ mạng là một mô hình toán học động, thể hiện một kế hoạch động, nên rất phù hợp với thực tế.

Để lập được sơ đồ mạng cần liệt kê đầy đủ không bỏ sót bất kỳ công việc nào, phân tích tỉ mỉ trình tự công việc, những mối liên hệ bắt buộc về công nghệ hoặc tổ chức. Có thể áp dụng các phương pháp toán học vào việc phân tích, xây dựng và điều khiển kế hoạch. Dưới đây sẽ trình bày cách lập sơ đồ mạng, tính toán sơ đồ mạng theo phương pháp CPM (phương pháp đường găng).

### 5.1.2. Các phần tử của sơ đồ mạng

#### 5.1.2.1. Công việc

Danh từ công việc ở đây được hiểu là một quá trình nào đó, có thể là một mối liên hệ phụ thuộc. Ký hiệu: mũi tên  $\longrightarrow$

##### a) Công việc thực

Là công việc cần sự chi phí về thời gian và tài nguyên, hoặc chỉ cần thời gian trong các công việc chờ đợi.  $\longrightarrow$

##### b) Công việc ảo

Là một công việc chỉ mối liên hệ logic giữa hai hoặc nhiều công việc, nói lên sự bắt đầu của công việc này phụ thuộc vào sự kết thúc của công việc kia. Công việc ảo không đòi hỏi chi phí về thời gian và tài nguyên, được ký hiệu:  $\dashrightarrow$

#### 5.1.2.2. Sự kiện

Sự kiện là mốc đánh dấu sự bắt đầu hoặc kết thúc của một hoặc nhiều công việc. Sự kiện không phải là một quá trình, nó chỉ xảy ra mà không đòi hỏi chi phí về thời gian hoặc tài nguyên.

Ký hiệu:   

### 5.1.2.3. Đường (Path)

Đường là một chuỗi các công việc được sắp xếp sao cho sự kiện cuối của công việc này 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. Đường có độ dài lớn nhất gọi là đường găng.

Các công việc nằm trên đường găng gọi là công việc găng.

\* Ý nghĩa đường găng:

- Đường găng bao gồm các công việc chủ yếu quan trọng mà muốn điều khiển tự động phải nắm vững các công việc chủ yếu quan trọng.

- Việc xác định đường găng là xác định những công việc nào then chốt ảnh hưởng đến thời gian hoàn thành dự án. Nếu một công việc găng bị chậm trễ thì sẽ kéo dài thời gian hoàn thành toàn bộ dự án. Trong khi đó các công việc không găng có thể kéo dài hoặc trì hoãn thời điểm bắt đầu hay kết thúc mà không ảnh hưởng đến thời hạn hoàn thành chung. Có nghĩa là muốn rút ngắn thời gian hoàn thành dự án trước hết phải tập trung chỉ đạo vào các công việc găng nhằm rút ngắn thời gian của các công việc găng.

- Đường găng mang tính khách quan, nó phản ánh đúng sự găng về logic công việc chứ không phụ thuộc vào từng công việc.

- Đường găng cũng có ý nghĩa khi chuyển sơ đồ mạng lên trục thời gian làm xuất hiện các dự trữ của các công việc không găng, dùng để điều chỉnh biểu đồ nhân lực sau này.

### 5.1.2.4. Thời gian công việc

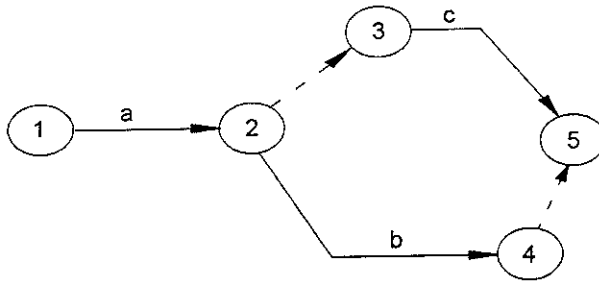
$t_{ij}$  là khoảng thời gian để hoàn thành công việc theo ước lượng, ổn định trước hoặc tính toán.

### 5.1.3. Quy tắc lập mạng

1. Sơ đồ mạng là một mô hình thống nhất chỉ bắt đầu bằng một sự kiện (sự kiện xuất phát) và chỉ kết thúc bằng một sự kiện (sự kiện hoàn thành). Không có sự kiện xuất phát hoặc hoàn thành trung gian.

2. Mũi tên ký hiệu công việc đi từ trái sang phải: sự kiện cũng đánh số theo thứ tự tăng dần từ trái sang phải.

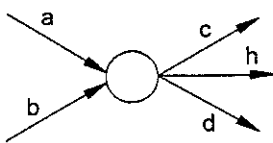
3. Khi thể hiện các công việc tiến hành song song, ta phải thêm các sự kiện phụ và các công việc ảo để tách thành các công việc riêng.



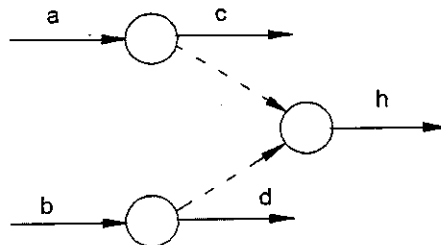
4. Những công việc có mối liên quan khác nhau phải thể hiện đúng mối liên hệ tương quan đó. Không để những phụ thuộc không đúng làm cản trở các công việc khác.

Cho mối liên hệ:

- Công việc c có thể bắt đầu sau công việc a;
- Công việc d có thể bắt đầu sau công việc b;
- Công việc h có thể bắt đầu sau công việc a và b.

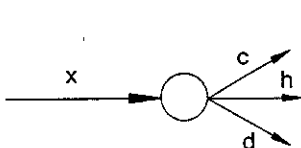


Vẽ sai

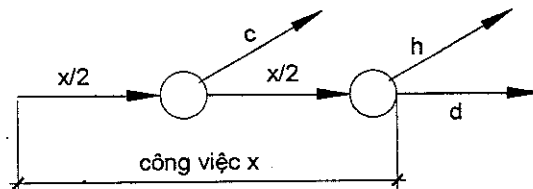


Vẽ đúng

5. Chia nhỏ các công việc: để tránh kéo dài thời gian do chờ việc, nên chia công việc trước ra làm nhiều phần, mỗi phần có đủ khối lượng để các công việc sau có thể bắt đầu khi công việc trước chưa kết thúc.

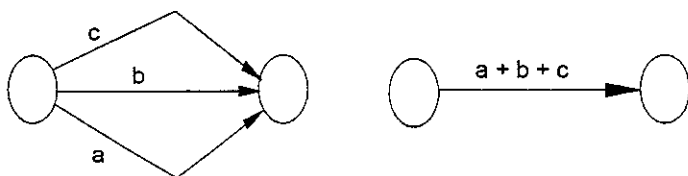


Vẽ sai



Vẽ đúng

6. Trong sơ đồ mạng, một nhóm công việc có cùng một sự kiện đầu và sự kiện cuối có thể vẽ thành một công việc, hoặc ngược lại.



7. Trong SĐM những công việc có thể bắt đầu khi công việc khác chưa kết thúc nên chia công việc trước thành nhiều phần để phối hợp nhiều công việc một cách hợp lý.

8. Khi tổ chức theo xây dựng theo PP dây chuyền cần thêm các sự kiện phụ và các công việc ảo.

9. Sơ đồ mạng cần thể hiện một cách đơn giản nhất không nên có nhiều công việc cắt nhau.

10. Sơ đồ mạng không được có chu kỳ, tức là có những đoạn vòng kín.

#### 5.1.4. Các phương pháp tính sơ đồ mạng

Hiện nay có 3 phương pháp để tính sơ đồ mạng:

- Tính sơ đồ mạng trực tiếp trên dự kiện;
- Tính sơ đồ mạng bằng lập bảng;
- Sử dụng máy tính.

##### 5.1.4.1. Tính sơ đồ mạng trực tiếp trên sự kiện

###### a) Thông số của sơ đồ mạng

Sau khi thiết lập mô hình của mạng, người ta sẽ tính được thời gian của từng công việc trên cơ sở các định mức về lao động. Muốn tính được thời gian hoàn thành của dự án cần phải biết được các thông số sau: thời điểm sớm và muộn của từng sự kiện; thời điểm bắt đầu sớm nhất và muộn nhất công việc; thời điểm kết thúc sớm nhất và muộn nhất của công việc; đường găng.

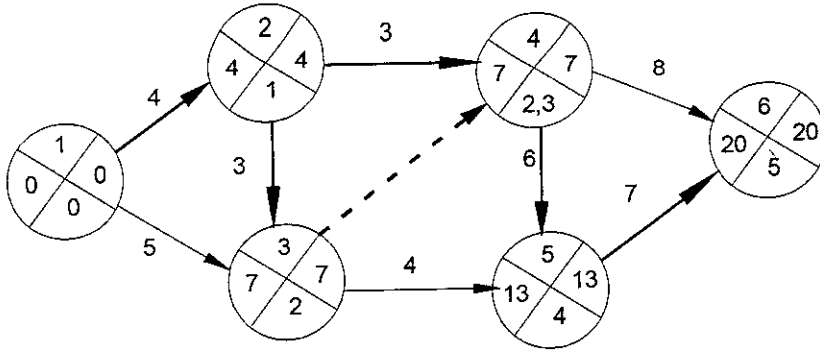
- Thời gian sớm của các sự kiện ( $T_i^S$ )

Ta quy ước thời gian sớm của sự kiện xuất phát.

$T_1^S = 0$ ;  $T_2^S = 4$ ; Sự kiện 3 có 2 đường đi đến;

Đường 1 - 2 - 3:  $4 + 3 = 7$  ngày;

Đường 1 - 3:  $5$  ngày.



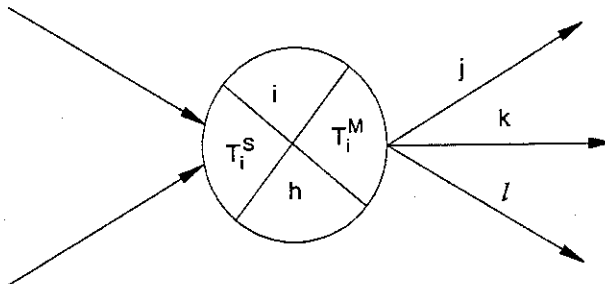
**Hình 5.2:** Tính toán sơ đồ mạng lưới CPM

Một sự kiện bất kỳ  $i$  chỉ có thể xảy ra sớm nhất khi tất cả các công việc đi trước nó, tính từ sự kiện 1 đến sự kiện  $i$  đã hoàn thành, nên  $T_3^S = 7$ .

$$\left. \begin{aligned} T_4^S &= 4 + 3 = 7 \\ T_4^S &= 7 + 0 = 7 \end{aligned} \right\} T_4^S = 7.$$

- Tương tự sự kiện 5:

$$\left. \begin{aligned} T_5^S &= T_3^S + 4 = 7 + 4 = 11 \\ T_5^S &= T_4^S + 6 = 7 + 6 = 13 \end{aligned} \right\} T_5^S = 13.$$



$$T_6^S = T_5^S + 7 = 13 + 7 = 20.$$

Công thức tính:

$$T_i^S = \max [T_u^S + t_{ui}; u \in M];$$

Độ dài của đường  $L(M) = \sum t(u)$ :

$$T_j^S = T_i^S + t_{ij};$$

Nếu trước sự kiện  $j$  có nhiều sự kiện đi đến thì:

$$T_j^S = \max \left[ \left( T_i^S + t_{ij} \right); \left( T_h^S + t_{hj} \right); \dots \right].$$

Sự kiện nào đứng trước  $j$  mà đường đi qua đó đến  $j$  bằng con đường dài nhất sẽ được ghi ở ô dưới trong vòng tròn sự kiện. Ta sẽ sử dụng chỉ số này trong việc tìm đường găng.

- Thời gian muộn của các sự kiện ( $T_i^M$ )

Một sự kiện xảy ra vào thời gian muộn nhất nhưng nó không làm chậm thời hạn hoàn thành dự án. Nghĩa là không được làm thay đổi thời điểm sớm của sự kiện hoàn thành cuối cùng  $T_n^S$ . Ở sự kiện cuối cùng:

$$T_n^S = T_n^M$$

Xét lại ví dụ trên. Từ sự kiện cuối cùng ta có:  $T_6^S = T_6^M = 20$  - chính là thời gian hoàn thành dự án. Từ đó lùi về 5 chỉ có 1 con đường, vậy:

$$T_5^S = T_6^M - t_{5-6} = 20 - 7 = 13;$$

$$\text{Sự kiện 4: (6 - 4): } T_4^M = T_6^M - 8 = 12;$$

$$\text{Sự kiện (6 - 5 - 4): } T_4^M = T_6^M - 13 = 7.$$

Nghĩa là thời gian muộn nhất để xảy ra sự kiện 4 là 7 hoặc 12 ngày sau ngày sự kiện xuất phát 1.

Ta chọn  $T_4^M = 7$ . Ta thiết lập công thức:

$$T_i^M = T_j^M - t_{ij};$$

Nếu đứng sau sự kiện  $i$  có nhiều sự kiện thì:

$$T_i^M = \min \left[ \left( T_j^M - t_{ij} \right); \left( T_k^M - t_{ik} \right); \dots \right].$$

- Thời gian sớm của các công việc ( $T_{ij}^S$ )

Một công việc có hai thời điểm khởi sớm ( $T_{ij}^{Kh.S}$ ) còn gọi là bắt đầu sớm và kết sớm ( $T_{ij}^{KS}$ ) (hoàn thành sớm).

Dễ dàng nhận thấy:

$$T_{ij}^{Kh.S} = T_i^S; T_{ij}^{KS} = T_{ij}^{Kh.S} + t_{ij}$$

• Thời gian muộn của các công việc ( $T_{ij}^M$ )

$$T_{ij}^{Kh.M} = T_{ij}^{KM} - t_{ij}; T_{ij}^{KM} = T_j^M$$

Khi thời gian của một công việc không đôi, công việc đó sẽ kết thúc muộn nếu nó khởi muộn. Ta thiết lập được công thức:

$$T_{ij}^{KM} = T_{ij}^{Kh.M} + t_{ij}$$

Nhận xét:

- Mỗi sự kiện có hai thời gian sớm muộn  $T_i^S, T_i^M$ ;
- Mỗi công việc có sự kiện đầu và cuối nên có 4 thời gian  $T_{ij}^{Kh.S}, T_{ij}^{KS}, T_{ij}^{Kh.M}, T_{ij}^{KM}$ ;
- Chỉ cần tính thời gian sớm muộn của sự kiện là có thể suy ra thời gian sớm muộn của công việc.

• Đường găng (Critical Path)

Đường găng là đường đi từ sự kiện xuất phát đến sự kiện hoàn thành có chiều dài lớn nhất. Dựa vào bảng trên thấy 2 đường: 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 và đường 4 - 1 - 2 - 4 - 6 đều có thời gian là 20 ngày. Vậy sơ đồ mạng có hai đường găng. Đường găng trên sơ đồ mạng được vẽ đậm nét.

\* Ý nghĩa đường găng:

- Đường găng gồm những công việc chủ yếu, chúng được người có kinh nghiệm nhận biết được, nhưng đó là nhận biết cảm tính. Một phần nào đó, nó sẽ trùng với các công việc được tính toán một cách ngẫu nhiên, còn với các dự án lớn phức tạp mới mẻ thì ngay cả các chuyên gia nhiều kinh nghiệm cũng không thể biết hết được.

- Những công việc găng, nằm trên đường găng phải hoàn thành đúng thời hạn đã định, nghĩa là khởi và kết đúng thời điểm xác định.

Nếu công việc găng bị chậm trễ thì thời hạn hoàn thành kế hoạch bị kéo dài. Trong lúc đó công việc không găng lại có thể kéo dài thêm

thời gian ( $t_{ij}$ ) trong khoảng dự trữ mà không ảnh hưởng tiến độ thi công. Muốn rút ngắn thời hạn tiến độ phải rút ngắn thời gian của các công việc gắng, có thể sử dụng các biện pháp sau:

- + Tăng nhân công lao động để rút ngắn thời gian;
  - + Chuyển công nghệ từ lao động thủ công sang cơ giới;
  - + Tăng máy móc, thiết bị xây dựng;
  - + Dùng công nghệ mới để rút ngắn thời gian;
  - + Tổ chức lại sản xuất: phân chia thành các phân đoạn.
- Đường găng còn có ý nghĩa khi chuyển sơ đồ mạng từ mô hình mạng lưới lên trục thời gian sẽ làm xuất hiện các dự trữ của các công việc không găng, dùng để điều chỉnh nhân lực sau này.

- Thời gian dự trữ của sự kiện

Khoảng thời gian chênh lệch giữa thời hạn sớm và muộn, là thời gian dự trữ của sự kiện. Đó là thời gian mà sự kiện có thể chậm lại mà không ảnh hưởng tới thời hạn hoàn thành dự án.

$$D_i = T_i^M - T_i^S$$

$D_i = 0$ : sự kiện găng. Các công việc găng phải gồm hai sự kiện đầu và cuối đều găng. Nhưng đây là điều kiện cần mà chưa đủ. Phân xác định đường găng sẽ được nói tới trong phần tính sơ đồ mạng.

- Thời gian dự trữ của công việc

Một công việc có bốn thời điểm: khởi sớm - kết sớm; khởi muộn - kết muộn. Do đó một công việc có 4 loại dự trữ.

1. Dự trữ lớn nhất ( $D_{ij}$ ):

Còn gọi là dự trữ toàn phần:

$$D_{ij} = T_j^M - T_i^S - t_{ij}$$

2. Dự trữ bé nhất ( $d_{ij}$ ):

Còn gọi là dự trữ độc lập hay dự trữ riêng: là dự trữ khi sử dụng sẽ không làm ảnh hưởng đến các công việc trước và sau đó:

$$d_{ij} = T_j^S - T_i^M - t_{ij}$$



### 3. Dự trữ tự do khởi sớm ( $d_{ij}^{Kh.S}$ ):

Còn gọi là dự trữ phụ thuộc: là dự trữ khi sử dụng sẽ tự khởi sớm hoặc kéo dài thời gian công việc mà không ảnh hưởng đến sự khởi sớm của công việc tiếp theo:

$$d_{ij}^{Kh.S} = T_j^S - T_i^S - t_{ij}$$

### 4. Dự trữ tự do khởi muộn ( $d_{ij}^{Kh.M}$ ):

Còn gọi là dự trữ liên quan: dự trữ khi sử dụng sẽ tự do khởi muộn hoặc kéo dài thời gian công việc mà không ảnh hưởng đến sự khởi muộn của công việc tiếp theo:

$$d_{ij}^{Kh.M} = T_j^M - T_i^M - t_{ij}$$

#### • Dự trữ lớn nhất và dự trữ bé nhất

##### 1. Dự trữ lớn nhất ( $D_{ij}$ ):

$$D_{ij} = T_j^M - T_i^S - t_{ij}$$

Khi một công việc không gắng bị giới hạn bởi các sự kiện gắng sẽ làm xuất hiện các dự trữ lớn nhất, đó là đoạn chênh lệch độ dài các công việc gắng với độ dài các công việc không gắng.

*Lưu ý:* mỗi công việc không gắng đều có dự trữ lớn nhất, nhưng tổng dự trữ của tất cả các công việc nằm trên một đường nào đó sẽ không phải là tổng dự trữ của đường; bởi vì dự trữ lớn nhất của một công việc còn là một phần dự trữ của các công việc trước hoặc sau nó, nếu nó sử dụng thì các công việc trước, sau nó mất phần dự trữ này. Vì vậy ta còn gọi là dự trữ chung.

##### 2. Dự trữ bé nhất ( $d_{ij}$ ):

Dự trữ này không xuất hiện trên sơ đồ mạng trên trục thời gian. Dự trữ này được sử dụng trong trường hợp tính sơ đồ mạng bằng phương pháp lập bảng hoặc ma trận điện tử:

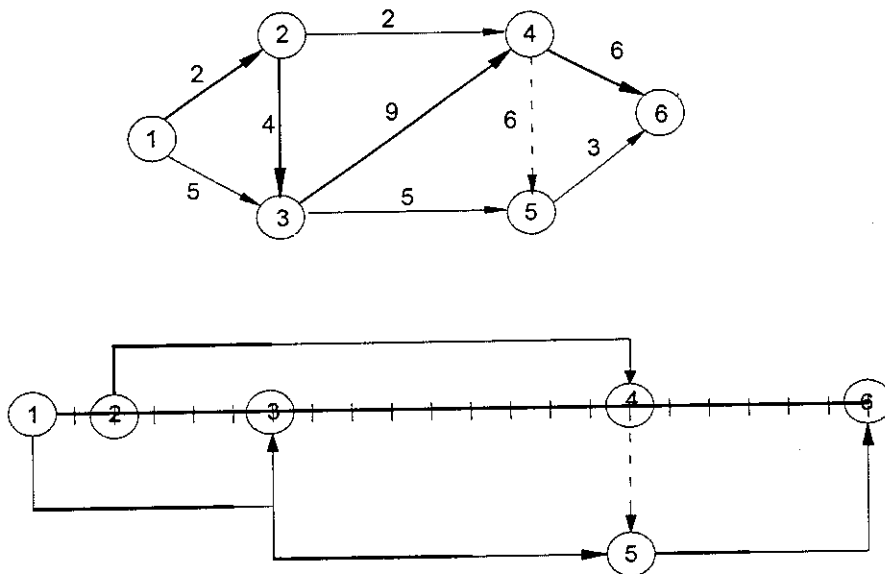
$$d_{ij} = T_j^S - T_i^M - t_{ij}$$

Một công việc có  $D_{ij} = 0$  và  $d_{ij} = 0$  sẽ là một công việc gắng.

- *Dự trữ bé nhất* chỉ dùng để kéo dài thời gian  $t_{ij}$  của công việc.

### 5.1.5. Sơ đồ mạng trên trục thời gian

Sơ đồ mạng có một nhược điểm là các công việc không thể hiện theo tỷ lệ; độ dài thời gian mỗi công việc được tính bằng chỉ số ghi ở mũi tên công việc. Vì chúng ta rất khó nhận ra, tại một thời điểm nào đó có bao nhiêu công việc đang làm? Công việc nào mới bắt đầu và công việc nào kết thúc? Không thể vẽ biểu đồ nhân lực, vật liệu... Để khắc phục nhược điểm này, sau khi tính toán xong tìm được sơ đồ mạng cuối cùng, người ta chuyển sơ đồ mạng lên trục thời gian.



*Hình 5.3: Sơ đồ mạng trên trục thời gian*

Ví dụ với sơ đồ mạng gồm 6 sự kiện và thời gian các công việc được tính toán ở trên với đường găng là đường: 1-2-3-4-6 ta đưa sơ đồ mạng lên trục thời gian theo các bước sau:

- Đầu tiên, kẻ một trục thời gian tính bằng ngày, lưới thời gian được xác định bằng thời gian của đường găng hay thời gian của sơ đồ mạng là 21;
- Đưa các công việc găng và đường găng lên trục thời gian trước. Nếu có nhiều đường găng thì biểu diễn thành những đường song song với trục thời gian. Các sự kiện găng được xác định trên trục thời gian theo thời gian sớm hoặc muộn của sự kiện (với các công việc găng thời gian sớm và muộn của sự kiện là bằng nhau);

- Các công việc nặng được vẽ đậm nét;

- Tiếp theo là vẽ các công việc không nặng (các công việc không nặng có thể vẽ theo hai cách): cách một theo các thời gian sớm của sự kiện thì bắt đầu vẽ từ sự kiện đầu từ trái sang phải đến sự kiện cuối. Cách hai theo các thời gian muộn của sự kiện thì vẽ theo chiều ngược lại từ sự kiện kết thúc từ phải sang trái đến sự kiện đầu. Các công việc không nặng được thể hiện thành những đường nét nhỏ hơn và song song với trục thời gian. Thời gian dự trữ được biểu diễn bằng nét mảnh. Nếu các công việc đều khởi sớm, dự trữ sẽ dồn về sau. Điều này có lợi cho việc sử dụng dự trữ cũng như việc điều chỉnh tiến độ sau này. Vì vậy khi chuyển sơ đồ mạng lên trục thời gian thường hay làm theo cách một: tất cả các sự kiện đều lấy thời gian sớm.

Sau khi đưa sơ đồ mạng lên trục thời gian ta đi vẽ biểu đồ tài nguyên như sơ đồ ngang bình thường, điều chỉnh biểu đồ bằng cách điều chỉnh thời gian bắt đầu và kết thúc của các công việc không nặng.

## 5.2. LẬP TIẾN ĐỘ BẰNG PHƯƠNG PHÁP SƠ ĐỒ MẠNG PERT

### 5.2.1. Tính toán sơ đồ mạng PERT

Trong các phương pháp sơ đồ mạng, cùng với phương pháp CPM, phương pháp PERT cũng là phương pháp được nhiều người biết đến. Hai phương pháp này gọi chung là sơ đồ mạng công việc.

Một trong những thông số chủ yếu trong SDM là thời hạn hoàn thành các công việc ( $t_{ij}$ ). Chất lượng của SDM và hiệu quả của việc quản lý điều hành tiến độ phụ thuộc rất nhiều vào độ chính xác của thông số thời gian. Thông số thời gian thực hiện các công việc chính xác càng cao thì SDM càng sát thực tế, các biện pháp điều hành thi công càng có hiệu quả.

Trong các mục trước chúng ta đã nghiên cứu SDM với các thông số thời gian xác định. Để có các thông số thời gian hoàn thành công việc trong lập kế hoạch xây dựng người ta thường dựa trên các định mức. Tuy nhiên, trong định mức chỉ có những công việc những chi phí thời gian đạt độ chính xác cao, còn những công việc điều kiện thi công phụ thuộc nhiều yếu tố khách quan nên tính xác định rất thấp (định mức không phản ánh đầy đủ).

Một khi kế hoạch bao gồm những yếu tố không xác định thì việc hoàn thành đúng dự định có tính ngẫu nhiên. Để đánh giá khả năng hoàn thành kế hoạch người ta dựa vào phương pháp phân bố xác suất. Đó là nội dung chủ yếu của phương pháp SDM “PERT” (Program Evaluation and Review Technique).

Bản chất của phương pháp PERT là đưa yếu tố không xác định vào ước lượng thời gian thực hiện các công việc và hoàn thành dự án. Vì những công việc không đủ dữ kiện để người ta xác định thời hạn hoàn thành chính xác dẫn đến việc hoàn thành dự án cũng có độ tin cậy khác nhau.

Trong PERT người ta sử dụng 1 số khái niệm toán thống kê: hàm mật độ xác suất, giá trị trung bình, Mode, Biên độ (Amplitude), Phương sai (Variance), Độ lệch chuẩn (Standard deviation).

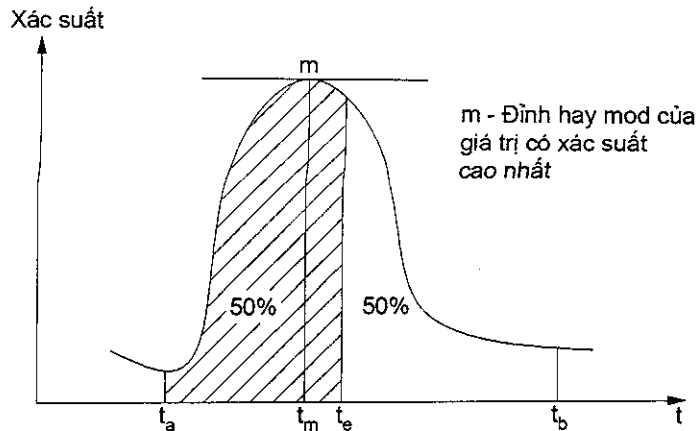
Phương pháp PERT lấy thời gian trung bình mong muốn ( $t_e$ ) kèm theo một đại lượng đo độ không xác định của thời gian thực hiện công việc vào lập kế hoạch và đánh giá khả năng hoàn thành dự án. Sự không xác định có thể biểu thị bằng độ lệch chuẩn ( $\sigma_{tc}$ ) hay phương sai ( $v_{tc}$ ) của thời gian trung bình mong muốn.

Thời gian trung bình mong muốn là thời gian ước lượng có khoảng 50% khả năng thực hiện sớm hơn và 50% khả năng thực hiện muộn hơn. Để xác định giá trị đó mỗi công việc cần phải có hàm phân bố xác suất thực hiện. Do không có thông tin về phân bố xác suất thời gian thực hiện công việc vì nó có nhiều biến động ngẫu nhiên và kéo dài nên người ta phải giả thiết một hàm phân bố phù hợp với từng công việc.

Dựa trên ước lượng những giá trị thời gian nằm trong đường cong lý thuyết cho phép suy ra bằng toán học giá trị trung bình mong muốn với độ lệch chuẩn và phương sai của nó (Hình 5.4).

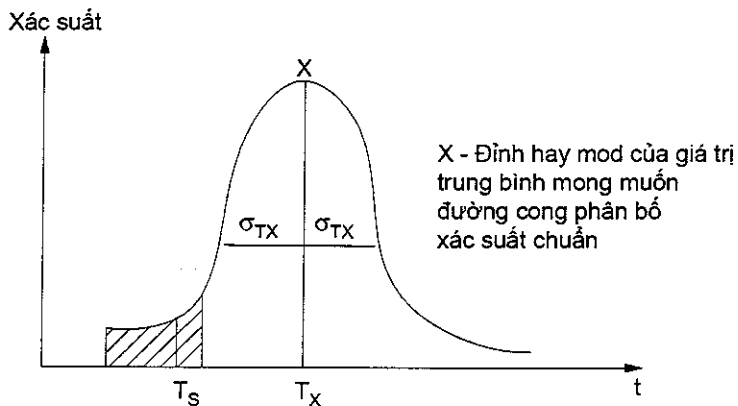
Có 3 giá trị thời gian được đặt ra là:

- Thời gian lạc quan  $t_a$ : là thời gian công việc hoàn thành sớm nhất khi gặp điều kiện thuận lợi nhất.
- Thời gian có xác suất cao nhất  $t_m$ : là thời hạn hoàn thành công việc có nhiều khả năng xảy ra nhất.
- Thời gian bi quan  $t_b$ : là thời gian tối đa (muộn nhất) hoàn thành công việc khi gặp điều kiện khó khăn nhất.



**Hình 5.4.** Đường cong phân bố xác suất thời gian hoàn thành công việc

Khi ước lượng ba giá trị thời gian này người lập kế hoạch đã lường trước được những khó khăn thuận lợi khi thực hiện công việc. Sau khi ước lượng ba giá trị đó làm sườn người ta thiết lập đường cong phân bố xác suất thời gian thực hiện công việc. Đường cong phân bố giả thiết có dạng hàm  $\beta$  (Hình 5.5).



**Hình 5.5.** Xác suất gặp thời gian mong muốn  $T_s$

Thời gian trung bình mong muốn được xác định theo công thức:

$$t_e = (t_a + 4t_m + t_b) / 6 \quad (5.1)$$

Độ lệch chuẩn là sự tản mạn của đường cong phân bố xung quanh giá trị trung bình của nó tính theo công thức:

$$\sigma_e = (t_b - t_a) / 6 \quad (5.2)$$

Phương sai là bình phương độ lệch chuẩn:

$$v_e = \sigma_e^2 = \left\{ (t_b - t_a) / 6 \right\}^2 \quad (5.3)$$

Giá trị độ lệch chuẩn cho ta biết trước độ không xác định của giá trị ước lượng. Độ lệch chuẩn càng lớn thì độ không xác định càng cao.

Sau khi xác định được thời gian mong muốn thì SĐM, đường găng được tính như trong phương pháp CPM. Song trong phương pháp PERT thời gian thực hiện còn có độ lệch chuẩn và phương sai của nó. Các thông số thời gian tính được là trung bình mong muốn. Thời gian thực hiện dự án là tổng số thời gian trung bình mong muốn các công việc nằm trên đường găng nên nó cũng là thời gian trung bình mong muốn hoàn thành của dự án.

Giả thiết thời gian thực hiện các công việc là độc lập với nhau thì phương sai của thời gian thực hiện dự án là tổng các phương sai riêng của các công việc nằm trên đường găng. Đó là:

$$v_{T_{xp}} = \sum v_{tc} = \sum (\sigma_{tc})^2 \quad (5.4)$$

trong đó:  $T_{xp}$  - thời gian trung bình hoàn thành dự án mong muốn cũng là thời gian trung bình mong muốn của sự kiện cuối và độ lệch chuẩn của nó ( $\sigma_{tx}$ ).

Một khi biết  $T_{xp}$  và  $\sigma_{tx}$  theo lý thuyết xác suất ta có thể xác định khả năng gặp thời gian mong muốn hoàn thành dự án  $T_s$ . Xác suất gặp  $T_s$  xác định bằng số % miền cắt bởi thời gian này so với diện tích chung nằm dưới đường cong phân bố chuẩn (Hình 5.5).

Cách xác định xác suất gặp  $T_s$  tiến hành như sau:

Tính giá trị:  $Z = (T_s - T_x) / \sigma_{tx} \quad (5.5)$

Dùng Bảng 5.3 tra để tìm xác suất gặp  $T_s$  qua  $Z$ .

### 5.2.2. Ví dụ tính toán sơ đồ mạng PERT

*Vi dụ:* Tiến độ xây dựng một công trình được thể hiện bằng sơ đồ mạng hình 5.6. Thời gian thi công các công việc đều không xác định mà được ước lượng bằng ba đại lượng  $t_a$ ,  $t_m$ ,  $t_b$  (Bảng 5.2).

Để đánh giá khả năng hoàn thành dự án với thời gian kế hoạch khác nhau ta áp dụng phương pháp PERT. Các bước tiến hành như sau:

*Bước 1:* Tính thời gian trung bình mong muốn của các công trình theo công thức (5.1) và độ lệch chuẩn cũng như phương sai của nó theo công thức (5.2) và (5.3). Kết quả cũng ghi vào Bảng 5.1.

**Bảng 5.1**

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

**Bảng 5.2**

TT	Công việc	Thời gian ước lượng					
		$t_a$	$t_m$	$t_b$	$t_e$	$\sigma_{te}$	$\gamma_{te}$
1	1 - 2	10	10	10	10	0	0
2	2 - 3	18	20	22	20	0,67	0,44
3	2 - 4	20	30	82	37	10,33	106,74
4	2 - 5	18	20	40	23	3,67	13,46
5	3 - 6	10	18	25	18	2,5	6,25
6	4 - 6	0	0	0	0	0	0
7	4 - 7	10	15	25	16	2,50	6,25
8	5 - 7	8	10	12	10	0,67	0,45

**Bảng 5.2 (tiếp theo)**

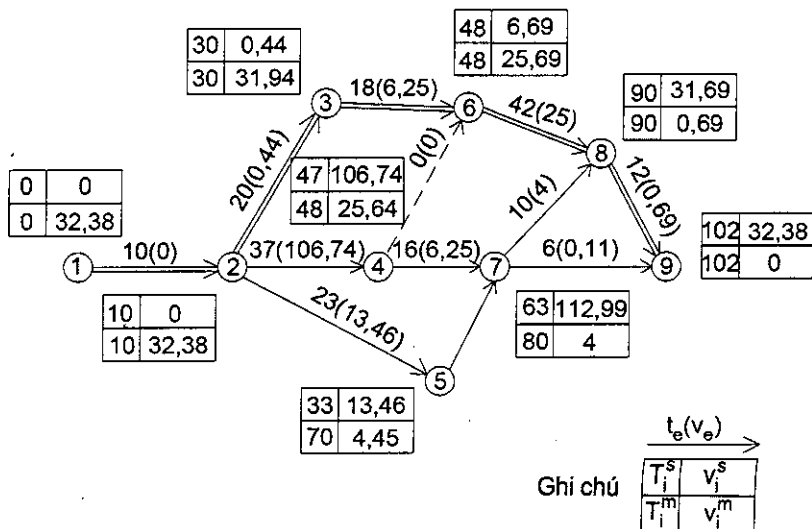
TT	Công việc	Thời gian ước lượng					
		$t_a$	$t_m$	$t_b$	$t_e$	$\sigma_{te}$	$\gamma_{te}$
9	6 - 8	30	40	60	42	5,00	25
10	7 - 8	8	8	20	10	2,00	4
11	7 - 9	5	6	7	6	0,33	0,11
12	8 - 9	10	12	15	12	0,83	0,69

**Bước 2:** Viết các giá trị công việc  $t_e$  và  $v_e$  của các công việc trên SĐM. Như vậy, mọi công việc có giá trị thời gian ước lượng với phương sai tương ứng (xem Hình 5.6).

**Bước 3:** Tính SĐM theo phương pháp CPM để xác định  $T_x$  của sự kiện cùng với phương sai  $v_x$  của nó (xem Hình 5.6). Ở đây  $T_x$  là thời gian xuất hiện sự kiện trung bình mong muốn (có thể là  $T^s$  hoặc  $T^m$ ).

**Bước 4:** Tính  $v_x$  theo công thức (5.4) của sự kiện cần đánh giá và  $\sigma_x = \sqrt{v_x}$  thường là sự kiện cuối cùng vì  $T_x$  của sự kiện cuối cùng cũng là giá trị trung bình mong muốn hoàn thành dự án.

**Bước 5:** Đánh giá khả năng hoàn thành dự án (kế hoạch) với thời gian kế hoạch đề ra bằng cách tính Z theo (5.5) và tra Bảng 5.3 để tìm xác suất gặp  $T_s$  (thời gian kế hoạch).



**Hình 5.6:** Sơ đồ mạng xây dựng công trình



Cụ thể ở thí dụ trên ta tính được đường găng đi qua sự kiện 1, 2, 3, 6, 8, 9 với  $T_x^s = 102$  ngày có phương sai  $v_x = 32,38$ ;  $\sigma_x = 5,69$ . Nếu kế hoạch chọn thời gian là  $T_s = 80, 90, 100, 110$  ngày thì xác suất dự án hoàn thành sẽ là (xem Bảng 5.3). Theo kết quả của Bảng 5.3 thì nếu muốn kế hoạch hoàn thành với xác suất trên 90% thì phải cho thời hạn thi công lớn hơn 110 ngày.

**Bảng 5.3**

Sự kiện	$T_x$	$T_x$	$T_s$ (kế hoạch)	Z	Xác suất hoàn thành kế hoạch %
9	102	5,69	80	-3,87	< 2%
			90	-2,1	2%
			100	-0,35	36%
			110	+1,40	91,5%

Tương tự nếu ta chọn  $T_x$  là thời hạn hoàn thành kế hoạch thì thời hạn khởi mụn của các công việc cùng với phương sai của nó sẽ được tính như xác định các thông số mụn của sự kiện. Cái khác ở đây là giá trị tìm được chỉ là trung bình mong muốn. Đánh giá khả năng bắt đầu công việc theo kế hoạch cũng dựa vào xác suất như đánh giá hoàn thành công việc.

Trên Hình 5.6 các giá trị mụn của công việc được ghi vào hàng dưới của ô hình chữ nhật.

### 5.3. SƠ ĐỒ MẠNG NÚT

#### 5.3.1. Khái niệm về sơ đồ mạng nút

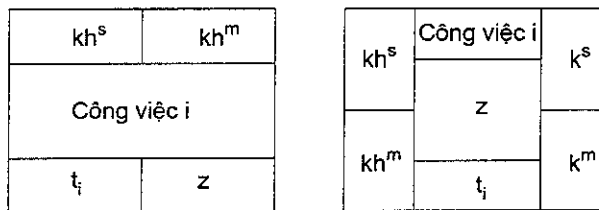
Sơ đồ mạng truyền thống trình bày Phần 5.1, 5.2 là sơ đồ mạng công việc thể hiện bằng cung còn sự kiện thể hiện bằng các nút. Phương pháp sơ đồ mạng truyền thống có một số nhược điểm là phương pháp thể hiện còn quá chi tiết và rườm rà, tính mềm dẻo chưa được cao. Nhất là những sơ đồ mạng có nhiều sự kiện (công việc) việc tính toán và điều hành có những hạn chế. Hiện ở các nước phương Tây (Anh, Mỹ, Pháp...) người ta sử dụng khá phổ biến một loại sơ đồ mạng nút công việc. Về nguyên lý cơ bản cũng như sơ đồ mạng truyền thống nhưng khắc phục được

những nhược điểm ở trên làm cho sơ đồ mạng này mềm dẻo hơn để phù hợp với thực tế sản xuất hơn.

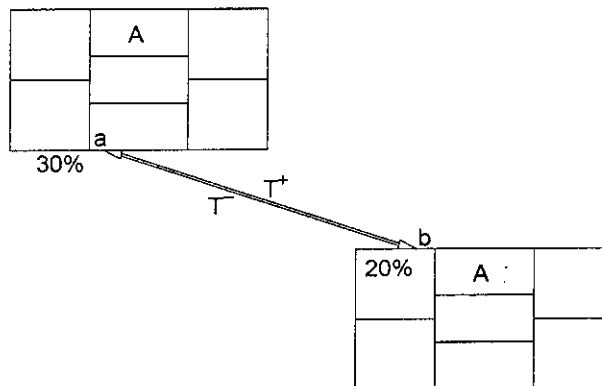
Để phân biệt hai loại sơ đồ mạng ta thường gọi tên là sơ đồ mạng sự kiện và sơ đồ mạng công việc (hoặc SĐM nút).

### 5.3.2. Thể hiện sơ đồ mạng nút

Trong sơ đồ mạng nút các nút thể hiện một công việc. Giữa các công việc thể hiện sự phụ thuộc lẫn nhau. Nút của mạng thể hiện công việc có dạng hình chữ nhật, trong đó ghi các thông số (Hình 5.6) của công việc. Tùy theo mục đích của người lập SĐM mà các thông số ghi trong nút công việc cũng khác nhau. Nhưng các thông số chủ yếu (tên công việc  $i$ , thời gian thực hiện  $t_i$ , thời điểm khởi sớm  $Kh^s$ , thời điểm khởi muộn  $Kh^m$ ) đều phải có. Ngoài ra, người ta còn có thể ghi thêm các thông số cần quan tâm như chi phí các loại tài nguyên  $R$ , sử dụng vật liệu, máy móc, dự trữ ( $z$ ) của công việc.



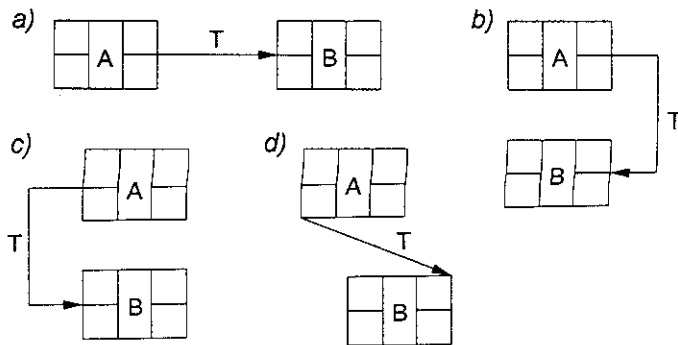
**Hình 5.7.** Thể hiện công việc trên mạng nút



**Hình 5.8.** Liên hệ giữa hai công việc A và B:

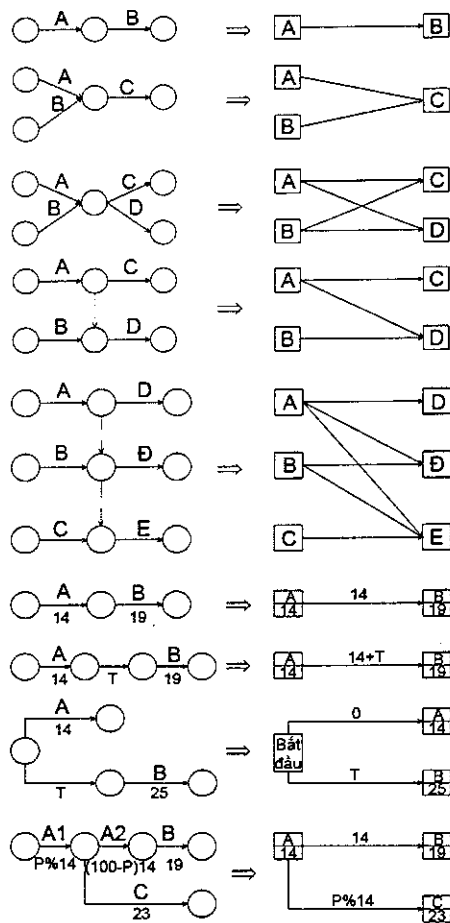
$a, b$  - hai thời điểm liên hệ giữa hai việc;

$\tau$  - thời gian liên hệ giữa hai thời điểm.



**Hình 5.9.** Các trường hợp liên hệ giữa công việc:

- a) Liên hệ kết thúc - bắt đầu FS; b) Liên hệ kết thúc - kết thúc FF;  
 c) Liên hệ bắt đầu - bắt đầu SS; d) Liên hệ bắt đầu- kết thúc SF.



**Hình 5.10:** Một số liên hệ cụ thể giữa công việc

Mối quan hệ giữa các công việc trong SDM nút thể hiện bằng các mũi tên, bao gồm chiều mũi tên và giá trị, thời gian phụ thuộc đó. Thông thường người ta có thể hiện liên hệ giữa một thời điểm bất kỳ (a) của công việc này với một thời điểm (b) của công việc kia (Hình 5.7).

Điểm liên hệ a và b thường lấy theo số % khối lượng công việc đã hoàn thành, còn thời gian liên hệ là điều kiện ràng buộc.

Ví dụ trên Hình 5.7 công việc A phải hoàn thành 30% khối lượng công việc trước 7 ngày công việc B hoàn thành 20% khối lượng công việc.

Trong thực tế ta thường gặp các điểm liên hệ là lúc bắt đầu (S) và kết thúc (F). Trên Hình 5.8 thể hiện các liên hệ đó.

Các mối liên hệ dễ dàng chuyển đổi từ quan hệ này sang quan hệ khác, phổ biến nhất là SS và FS. Chiều mũi tên có thể thuận từ công việc trước sang công việc sau thể hiện mối liên hệ không sớm hơn và chiều nghịch - thể hiện không muộn hơn.

Giá trị phụ thuộc  $\tau$  không sớm hơn mang dấu dương (+) và không muộn hơn mang dấu (-).

Với cách trình bày như vậy trên SDM nút không có việc ảo và những việc làm song song gối tiếp không phải tách ra thành nhiều việc như SDM sự kiện.

Tuy nhiên, giữa hai loại SDM sự kiện và nút luôn có sự tương đồng có thể chuyển đổi từ loại này sang loại kia. Trên Hình 5.6 thể hiện một số trường hợp cụ thể.

### 5.3.3. Tính sơ đồ mạng nút

#### 5.3.3.1. Trường hợp giữa các công việc chỉ có quan hệ thuận ( $\tau_i > 0$ )

Trường hợp mối quan hệ giữa các công việc là  $F_i S_j = 0$  hay  $S_i S_j = \tau_i$  khởi sớm của công việc xác định tương tự như trong SDM sự kiện bằng cách tìm đường đi dài nhất từ công việc đầu đến công việc đang xét.

$$Kh_j^s = \max \{L_{ij}\} \quad (5.6)$$

Khởi muộn của công việc cũng tương tự đi ngược từ công việc cuối cùng tìm con đường dài nhất từ công việc đó đến công việc cuối cùng.

$$Kh_j^m = L_g \max \{L_{jn}\} \quad (5.7)$$

Cụ thể nếu liền trước việc đang xét j chỉ có một công việc i thì:

$$Kh_j^s = Kh_i^s + t_i \quad (5.8)$$

Nếu liền trước có nhiều việc e, g, h, i thì:

$$Kh_j^s = \max \{ Kh_e^s + t_e; Kh_g^s + t_g; Kh_i^s + t_i \} \quad (5.9)$$

Tương tự khi xét khởi muộn chỉ có một việc liền sau việc đang xét thì:

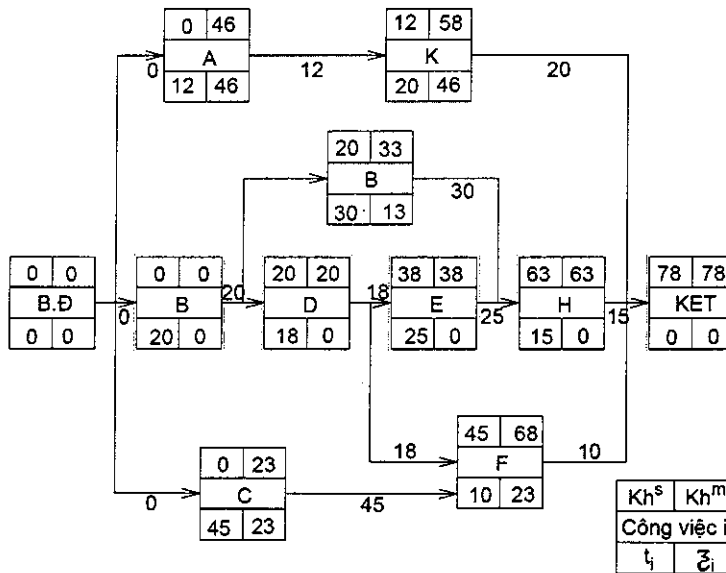
$$Kh_i^m = Kh_j^m - t_i \quad (5.10)$$

Nếu liền sau có nhiều việc (j, k, l, o, p) thì:

$$Kh_i^m = \min \{ Kh_j^m - t_i; Kh_k^m - t_i; Kh_p^m + t_i \} \quad (5.11)$$

Dự trữ toàn phần của công việc xác định theo công thức (5.7):

$$Z_i^1 = Kh_i^m - Kh_i^s \quad (5.12)$$



**Hình 5.11.** Tính toán SPM nút với quan hệ thuận

Trên Hình 5.11 trình bày ví dụ tính toán SPM nút với quan hệ thuận:

\* *Xác định  $Kh^s$  của công việc:*

Công việc bắt đầu (B.Đ) có khởi sớm là thời điểm lựa chọn, ở ví dụ này lấy là không (gốc trục tọa độ thời gian, cũng có thể lấy một ngày nào đó ta muốn).

Các công việc A, B, C đều chỉ có một việc liền trước là BĐ nên:

$$Kh_A^s = Kh_B^s = Kh_C^s = 0 + 0 = 0.$$

Công việc D và Đ có một công việc liền trước B với khởi sớm bằng 0 và thời gian  $t_B = 20$  nên:

$$Kh_D^s = Kh_{\text{Đ}}^s = 0 + 20 = 20.$$

Công việc F có hai việc liền trước là D và C nên:

$$Kh_F^s = \max \{ Kh_D^s + t_D = 20 + 18; Kh_C^s + t_C = 0 + 45 \} = 45.$$

Tương tự ta tính được các thông số còn lại:

$$Kh_K^s = Kh_A^s + t_A = 0 + 12 = 12;$$

$$Kh_E^s = Kh_D^s + t_D = 20 + 18 = 38;$$

$$Kh_H^s = \max \{ Kh_D^s + t_D = 20 + 30; Kh_E^s + t_E = 38 + 25 \} = 63;$$

$$Kh_K^s + t_K = 12 + 20;$$

$$Kh_{\text{KẾT}}^s = \max \{ cKh_H^s + t_H = 63 + 15 = 78 \};$$

$$Kh_F^s + t_F = 45 + 0.$$

Các giá trị tính được ghi góc trái của hình chữ nhật.

Các thông số muộn ta bắt đầu từ công việc “kết” đi theo đường ngược chiều mũi tên. Ta có:

$$Kh_{\text{KẾT}}^s = Kh_{\text{KẾT}}^m = 78.$$

Các công việc K, H, F chỉ có một việc liền sau là “KẾT” với  $Kh_{\text{KẾT}}^m = 78$  nên ta có:

$$Kh_K^m = Kh_{\text{KẾT}}^m - t_K = 78 - 20 = 58;$$

$$Kh_H^m = Kh_{\text{KẾT}}^m - t_H = 78 - 15 = 63;$$

$$Kh_F^m = Kh_{\text{KẾT}}^m - t_F = 78 - 10 = 68.$$

Công việc E, Đ chỉ có một việc liền sau là H nên:

$$Kh_E^m = Kh_H^m - t_E = 63 - 25 = 38;$$

$$Kh_{\text{Đ}}^m = Kh_H^m - t_{\text{Đ}} = 63 - 30 = 33.$$

Công việc D có hai việc liền sau là E và F nên:

$$Kh_D^m = \min \left\{ Kh_E^m - t_D = 38 - 18; Kh_F^m - t_D = 68 - 18 \right\} = 20.$$

Các công việc còn lại tương tự ta tính được các thông số:

$$Kh_C^m = Kh_F^m - t_C = 68 - 45 = 23;$$

$$Kh_A^m = Kh_K^m - t_A = 58 - 12 = 46;$$

$$Kh_B^m = \min \left\{ Kh_D^m - t_B = 33 - 20; Kh_D^m - t_B = 20 - 20 \right\} = 0;$$

$$Kh_{BD}^m = Kh_{BD}^s = 0.$$

Dự trữ của các công việc tính theo công thức (5.12):

$$z_A = Kh_A^m - Kh_A^s = 46 - 0 = 46;$$

$$z_K = Kh_K^m - Kh_K^s = 58 - 12 = 46;$$

$$z_D = Kh_D^m - Kh_D^s = 33 - 20 = 13;$$

$$z_C = Kh_C^m - Kh_C^s = 23 - 0 = 23;$$

$$z_F = Kh_F^m - Kh_F^s = 68 - 45 = 23.$$

Các công việc B, D, E, H có  $Kh^s = Kh^m$ , không có dự trữ. Đây là những công việc căng, đường nối các công việc BĐ, B, D, E, H, KẾT là đường găng của SĐM (trên Hình 5.11 thể hiện bằng các ô chữ nhật đóng khung bằng đường nét đứt).

### 5.3.3.2. Trường hợp giữa các công việc có quan hệ ngược ( $\tau_i < 0$ ) sự bắt đầu không muộn hơn

Trong SĐM thông thường sự phụ thuộc thường là thuận, sự bắt đầu, kết thúc công việc sau phụ thuộc vào các công việc đi trước. Đó là các điều kiện đặt ra như thời điểm phải kết thúc công việc, phải bàn giao hay tiếp nhận vật tư máy móc..., thời điểm kết thúc, chuyển giao các giai đoạn thi công. Từ những thời điểm đó ta quyết định các công việc liền trước phải bắt đầu muộn nhất bao nhiêu ngày để kế hoạch đạt mục đích đề ra.

Đưa những mối quan hệ ngược vào SĐM nút là điểm khác biệt với SĐM sự kiện chúng ta vẫn làm quen.

Ví dụ trên Hình 5.12 trình bày một SĐM nút đơn giản gồm năm công việc. Mỗi quan hệ giữa các công việc là thuận, riêng giữa C và D có mối quan hệ ngược (công việc D bắt đầu không muộn hơn 19 ngày kể từ khi bắt đầu công việc C).

Tính SĐM nút có quan hệ ngược ta làm như sau:

*Bước 1:* Tính  $Kh^s$  theo chiều mũi tên thuận như phần a cùng mục.

*Bước 2:* Tính  $Kh^m$  theo chiều ngược của mũi tên từ công việc cuối trở về đầu. Đối với những công việc chỉ có một mối liên hệ thuận ta áp dụng công thức đã biết để tính (phần a).

Đối với công việc có quan hệ ngược đi ra ta tìm  $Kh^m$  như sau (công việc j):

$$Kh_j^m = \min \left\{ Kh_i^m - (-\tau'_i); Kh_k^m - \tau'_j \right\} \quad (5.13)$$

trong đó:

- i - công việc liền trước j;
- j - công việc có quan hệ ngược;
- k - công việc liền sau j.

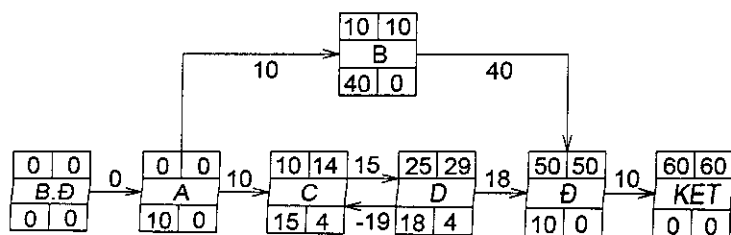
Đối với công việc có liên hệ ngược đi vào ta tính công việc như bình thường:

$$Kh_i^m = Kh_j^m - \tau_i \quad (5.14)$$

trong đó:

- i - công việc có liên hệ ngược đi vào;
- j - công việc có liên hệ ngược đi ra;
- $\tau_i$  - quan hệ thuận  $S_iS_j$ .

Trên Hình 5.12 trình bày ví dụ tính SĐM nút với năm công việc A, B, C, D, Đ trong đó giữa công việc C, D có mối liên hệ ngược.



Hình 5.12. Tính SĐM nút có quan hệ ngược



*Bước 1:* Tính  $Kh^s$  theo chiều mũi tên ta áp dụng công thức (5.8), (5.9) kết quả ghi vào góc trái trên ô vuông.

*Bước 2:* Tính  $Kh^m$  theo chiều ngược của mũi tên bắt đầu công việc kết thúc “KẾT” có  $Kh_{KẾT}^m = Kh_{KẾT}^s = 60$ .

Các công việc còn lại áp dụng công thức (5.13), (5.14) ta có:

$$Kh_D^m = 60 - 10 = 50;$$

$$Kh_B^m = 50 - 40 = 10;$$

$$Kh_D^m = \min \{ Kh_C^m - (-\tau_D) = 10 - (-19); Kh_D^m - \tau_D = 50 - 18 \} = 29;$$

$$Kh_C^m = Kh_D^m - t_c = 29 - 15 = 14;$$

$$Kh_A^m = \min \{ Kh_B^m - t_A = 10 - 10; Kh_C^m - t_A = 14 - 10 \} = 0.$$

Kết quả ghi vào góc phải trên của hình chữ nhật.

Dự trữ của công việc tính theo công thức (5.12). ta có:

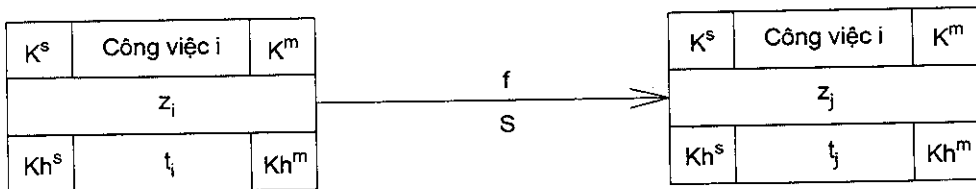
$$Z_C = 14 - 10 = 4;$$

$$Z_D = 29 - 25 = 4.$$

Các công việc còn lại có  $Kh^s = Kh^m$  nên  $z = 0$  đó là các công việc găng (A, B, Đ).

### 5.3.3.3. Trường hợp giữa các công việc có hai mối liên hệ $S_i S_j = s_{ij}$ và $F_i F_j = f_{ij}$

SĐM nút có thể hiện mối quan hệ S.S và F.F cho ta biết khoảng thời gian công việc sau bắt đầu muộn hơn công việc trước và tương tự khoảng cách giữa kết thúc của hai việc liên nhau. Điều đó cho biết thời gian các việc có liên quan cùng thực hiện song song, khi tính trên hình chữ nhật có ghi đầy đủ  $Kh^s$ ,  $K^s$ ,  $Kh^m$ ,  $K^m$  cùng dự trữ công việc (hình 5.13)



**Hình 5.13.** Sơ đồ mạng nút có hai mối liên hệ:  $f = F.F$ ;  $s = S.S$

Phương pháp tính các thông số sơ đồ mạng nút với hai mối liên hệ  $f, s$  không khác so với SDM sự kiện. Trên Hình 5.14 trình bày một ví dụ minh họa.

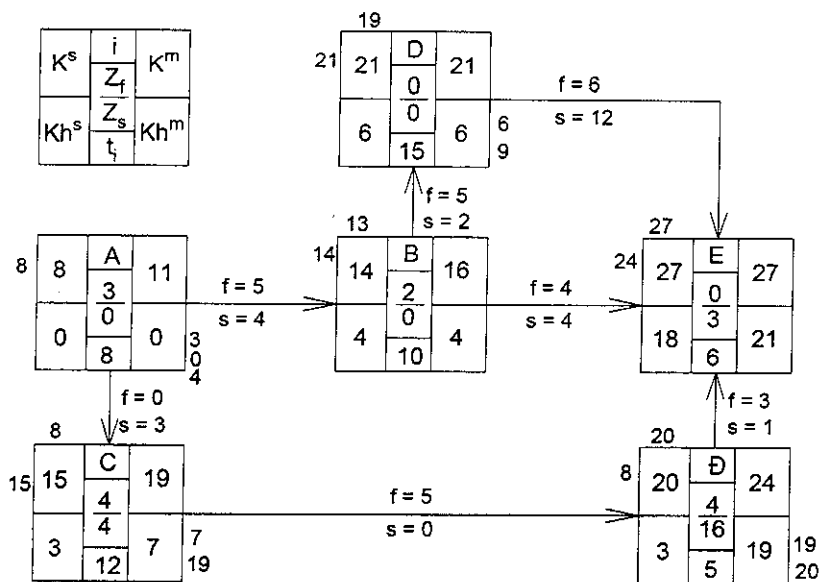
a) Xác định khởi sớm công việc  $Kh^s$

Bắt đầu từ công việc đầu tiên theo chiều mũi tên đến công việc cuối cùng giống như trong SDM sự kiện. Mỗi một hình chữ nhật coi như một sự kiện, thời gian giữa các sự kiện là  $s$ . Vậy:

$$Kh_j^s = Kh_i^s + S_{ij} \quad (5.15)$$

Ở đây trước công việc  $j$  chỉ có một việc  $i$ . trong trường hợp trước  $j$  có nhiều công việc ( $g, h, i$ ) khởi sớm xác định theo công thức quen thuộc (5.16):

$$Kh_j^s = \max \{ Kh_g^s + s_{gj}; Kh_h^s + s_{hj}; Kh_i^s + s_{ij} \} \quad (5.16)$$



Hình 5.14: Tính SDM nút hai mối liên hệ FF và SS

Cụ thể mạng trên Hình 5.14 ta có:

$$Kh_A^s = 0;$$

$$Kh_B^s = Kh_A^s + s_{A,B} = 0 + 4 = 4;$$

$$Kh_C^s = Kh_A^s + s_{A,C} = 0 + 3 = 3;$$

$$Kh_D^s = Kh_B^s + s_{B,D} = 4 + 2 = 6;$$

$$Kh_D^s = Kh_C^s + s_{C,D} = 3 + 0 = 3;$$

$$Kh_E^s = \max\{Kh_D^s + s_{D,E} = 6 + 12 = 18;$$

$$Kh_B^s + s_{B,E} = 4 + 4 = 8; Kh_D^s + s_{D,E} = 3 + 1 = 4\} = 18.$$

*b) Xác định kết sớm của công việc*

Kết sớm của công việc phụ thuộc hai mối liên hệ: khởi sớm của chính nó và kết sớm của việc liền trước. Thông số kết sớm được xác định theo công thức (5.17):

$$K_j^s = \max\{Kh_j^s + t_j; K_i^s + f_{ij}\} \quad (5.17)$$

Cụ thể với sơ đồ mạng nút Hình 5.14 ta tính được:

$$K_A^s = Kh_A^s + t_A = 0 + 8;$$

$$K_B^s = \max Kh_B^s + t_B = 4 + 10 = 14;$$

$$K_A^s + f_{AB} = 8 + 5;$$

$$K_C^s = \max Kh_C^s + t_C = 3 + 12 = 15;$$

$$K_A^s + f_{AC} = 8 + 0;$$

$$K_D^s = \max Kh_D^s + t_D = 6 + 15 = 21;$$

$$K_D^s + f_{BD} = 14 + 5;$$

$$K_D^s = \max Kh_D^s + t_D = 3 + 5 = 20;$$

$$K_C^s + f_{CD} = 15 + 5.$$

Đối với công việc E vì có ba việc liền trước nên xác định  $K_E^s$  phải so sánh cả ba hướng để lấy giá trị lớn nhất.

$$K_E^s = \max \left\{ \begin{array}{l} Kh_E^s + t_E = 18 + 6; K_B^s + f_{BE} = 14 + 4; \\ K_D^s + f_{DE} = 21 + 6; K_D^s + f_{DE} = 20 + 3 \end{array} \right\} = 27.$$

Khi tính trực tiếp trên sơ đồ các kết quả trung gian  $Kh^s + t$  và  $K^s + f$  ta ghi bên ngoài góc trái hình chữ nhật, sau đó chọn giá trị lớn nhất ghi vào góc trong trên bên trái hình chữ nhật (xem Hình 5.14)

c) *Xác định kết muợn của công việc*

Bắt đầu từ công việc cuối cùng ta lấy  $K_n^s = K_n^m$ . Các công việc còn lại ta tính ngược chiều mũi tên đến công việc đầu tiên. Khi tính  $K^m$  ta coi các hình chữ nhật công việc như sự kiện trong mạng sự kiện, thời gian giữa các công việc để tính là  $f_{ij}$ . Kết muợn của công việc liền trước tính theo công thức (5.18):

$$K_i^m = K_j^m - f_{ij} \quad (5.18)$$

Khi có nhiều công việc liền sau (j, k, l)  $K_i^m$  tính theo công thức (5.19):

$$K_i^m = \min \{ K_j^m - f_{ij}; K_k^m - f_{ik}; K_l^m - f_{il} \} \quad (5.19)$$

Cụ thể trong thí dụ ở Hình (5.14) ta tính được:

$$K_D^m = K_E^m - f_{DE} = 27 - 6 = 21;$$

$$K_D^m = K_E^m - f_{DE} = 27 - 3 = 24;$$

$$K_C^m = K_D^m - f_{CD} = 24 - 5 = 19;$$

$$K_B^m = \min \{ K_E^m - f_{BE} = 27 - 4; K_D^m - f_{BD} = 21 - 5 \} = 16;$$

$$K_A^m = \min \{ K_B^m - f_{AB} = 16 - 5; K_C^m - f_{AC} = 19 - 0 \} = 11.$$

d) *Xác định khởi muợn của công việc ( $Kh_i^m$ )*

Khởi muợn của công việc phụ thuộc hai mối quan hệ đó là kết muợn chính công việc đó và khởi muợn của công việc liền sau. Ta coi công việc như sự kiện trong SĐM sự kiện khoảng thời gian giữa hai “sự kiện” là quan hệ  $S_i S_j = s_{ij}$ . Khi tính khởi muợn ta bắt đầu từ công việc cuối cùng ngược chiều mũi tên về công việc đầu tiên. Theo công thức (5.20):

$$Kh_i^m = \min \{ K_i^m - t_i; Kh_j^m - s_{ij} \} \quad (5.20)$$

Khi liền sau i chỉ có một việc j. Theo công thức (5.21) nếu sau i có nhiều việc (j, k, h...):

$$Kh_i^m = \min \{ K_i^m - t_i; Kh_j^m - s_{ij}; Kh_h^m - s_{ih} \} \quad (5.21)$$

Cụ thể với thí dụ trên SĐM Hình 5.14 ta tính được:

$$K_E^m = K_E^s = 27;$$

$$Kh_E^m = K_E^s - t_E = 27 - 6 = 21;$$

$$Kh_D^m = \min \{ K_D^m - t_D = 24 - 5; Kh_E^m - s_{DE} = 21 - 1 \} = 19;$$

$$Kh_D^m = \min \{ K_D^m - t_D = 21 - 15; Kh_E^m - s_{DE} = 21 - 12 \} = 6;$$

$$Kh_C^m = \min \{ K_C^m - t_C = 19 - 12; Kh_D^m - s_{CD} = 19 - 0 \} = 7.$$

Với công việc B có hai đường từ D và E đi tới nên:

$$Kh_B^m = \min \{ K_B^m - t_B = 16 - 10; Kh_E^m - s_{BE} = 21 - 4 \}; Kh_D^m - s_{BD} = 6 - 2 = 4;$$

$$Kh_A^m = \min \{ K_A^m - t_A = 11 - 8; Kh_B^m - s_{AB} = 4 - 4 \}; Kh_C^m - s_{AC} = 7 - 3 = 0.$$

Khi tính trực tiếp trên sơ đồ cũng giống như khi xác định kết sớm các giá trị trung gian ( $K^m - t$  và  $Kh^m - s$ ) ghi bên ngoài góc dưới hình chữ nhật. Sau đó giá trị nhỏ nhất trong những giá trị đó sẽ ghi vào góc dưới bên phải (xem Hình 5.14).

#### e) Dự trữ

Dự trữ trong SDM nút là hiệu của các thông số khởi muộn và khởi sớm hoặc kết muộn và kết sớm. Trong SDM nút hai hiệu số đó không luôn luôn bằng nhau nên dự trữ công việc là số nhỏ trong hai số đó. Vậy đường găng trong SDM nút là đường đi qua những công việc có dự trữ bằng không. Tuy nhiên, cũng là việc thuộc đường găng nhưng có việc găng cả ở thời điểm khởi đầu và kết thúc nhưng cũng có những việc chỉ găng ở thời điểm khởi đầu hoặc kết thúc.

Trên Hình 5.14 các công việc găng là A, B, D, E trong đó D găng cả hai đầu còn A, B găng khởi đầu, E găng ở điểm kết thúc.

#### 5.3.3.4. Sơ đồ mạng nút có nhiều mối liên hệ

Ở mục a, b, c cùng mục trình bày các trường hợp tính toán SDM thường gặp. Các trường hợp còn lại trong đó có trường hợp đầy đủ các mối liên hệ về lý thuyết vẫn có thể có. Khi gặp các trường hợp có nhiều mối quan hệ trước khi tính toán ta cần loại bỏ những mối liên hệ

trái ngược nhau (liên hệ nào không hợp lý loại bỏ). Sau đó mới thực hiện tính toán.

Cách tính toán cũng tương tự như đã trình bày ở trên.

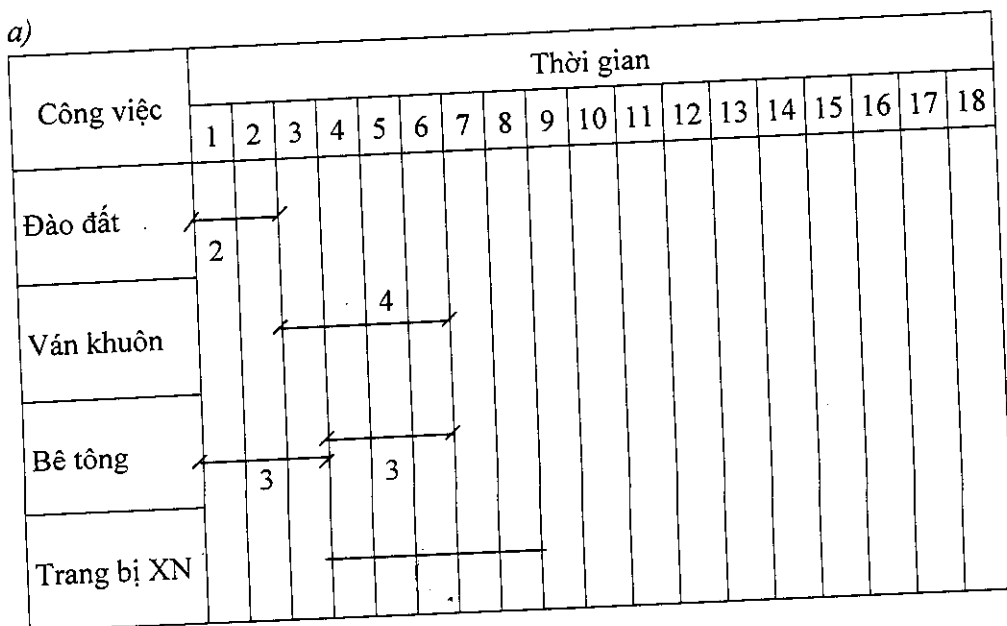
### 5.3.4. Chuyển sơ đồ mạng nút sang sơ đồ ngang

Để tiện cho việc theo dõi, điều hành, các tiến độ lập theo SĐM nút được chuyển sang sơ đồ ngang (Gantt). Khi dùng chương trình máy tính người ta cũng thể hiện kết quả trên sơ đồ ngang không qua giai đoạn thể hiện mạng nút.

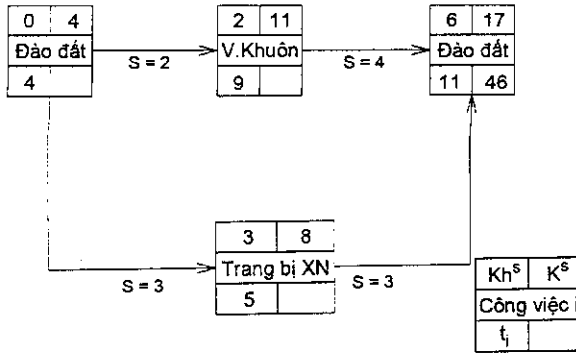
Nguyên tắc chuyển SĐM nút sang sơ đồ ngang sao cho hình thức thể hiện gần với ý đồ thể hiện tiến độ. Các thông số tính toán của công việc sẽ được thể hiện đầy đủ. Phía bên phải là biểu đồ lấy thời gian làm trục. Phía bên trái là các số liệu về công việc (tên, kí hiệu, thời gian thi công, nhân lực, tài nguyên, tiền vốn, mối quan hệ...). Mỗi công việc thể hiện một đường ngang bắt đầu từ  $K_h^s$  kết thúc ở  $K^m$ . Trên biểu đồ tiến độ thể hiện đoạn liền nét là công việc thực hiện, đoạn đứt đoạn (vẽ mờ) là dự trữ.

Trên Hình 5.15 trình bày một thí dụ chuyển SĐM nút có mối liên hệ S.S sang biểu đồ ngang.

a)



b)



**Hình 5.15.** Chuyển SDM nút một mối liên hệ S.S sang biểu đồ ngang

Về SDM này sau khi tính toán ta thấy chỉ quan tâm đến thời điểm khởi đầu của các công việc nên các công việc được thể hiện với sự liên quan đến thời điểm bắt đầu.

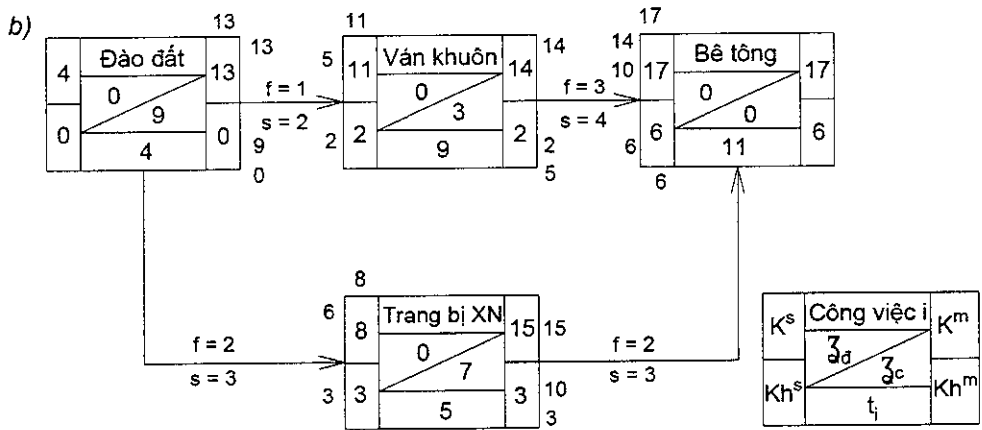
Trên Hình 5.16 trình bày SDM nút có hai mối liên hệ S.S và F.F sang sơ đồ ngang. Sau khi tính toán (hình 5.16a) có đủ thông số ta thể hiện trên biểu đồ ngang với các thông số tính được (hình 5.16b).

Trên biểu đồ thể hiện mối liên hệ đầu và cuối của các công việc liên nhau. Các công việc đều không có dự trữ đầu ( $z_d = 0$ ). Các công việc đào đất, ván khuôn và sản xuất xí nghiệp không có dự trữ đầu ( $z_d = 0$ ) đều có dự trữ cuối tương ứng là 9; 3; 7.

Các công việc không có dự trữ (găng) phải thực hiện đúng thời gian ấn định, bắt đầu công việc đúng hạn  $Kh^s$ .

a)

Công việc	Thời gian																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Đào đất																		
Ván khuôn																		
Bê tông																		
Sản xuất XN																		



**Hình 5.16.** Chuyển SĐM nút có hai mối liên hệ S.S và F.F sang biểu đồ ngang



## Chương 6

# THIẾT KẾ MẶT BẰNG THI CÔNG

### 6.1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MẶT BẰNG THI CÔNG

#### 6.1.1. Khái niệm chung về mặt bằng thi công

Trong một phạm vi hẹp có thể xem MBTC đồng nhất với công trường xây dựng, là nơi diễn ra toàn bộ quá trình xây dựng công trình.

Trong một phạm vi rộng phải xem MBTC như một “Hệ thống sản xuất” bao gồm các cơ sở vật chất kỹ thuật, các nguyên liệu, vật liệu, các phương tiện và con người trong một không gian và thời gian nhất định, nhằm thực hiện một quá trình sản xuất xây dựng, kể cả trước, trong và sau thời gian thi công xây lắp.

Thiết kế tốt MBTC, tiến tới thiết kế tối ưu MBTC sẽ góp phần đảm bảo xây dựng công trình có hiệu quả, xây dựng đúng tiến độ, hạ giá thành xây dựng, đảm bảo chất lượng, an toàn xây dựng và vệ sinh môi trường, góp phần phát triển ngành xây dựng tiến lên công nghiệp hóa hiện đại hoá.

Thiết kế MBTC cần phải nghiên cứu, tính toán cẩn thận, dựa trên sự điều tra khảo sát thực tế, để từ đó có sự phân tích tổng hợp, cũng như việc xử lý tính toán các số liệu cụ thể, để có được một phương án tối ưu.

Mặt bằng thi công là một hệ thống, một mô hình động, nó phát triển theo không gian và thời gian, để phù hợp với công nghệ và các quá trình xây dựng.

Tuỳ theo địa điểm xây dựng với các đặc điểm đất đai, địa hình, xã hội... mà MBTC được bố trí gọn trong hàng rào công trường hoặc phải mở rộng ra các khu đất lân cận.

Như vậy MBTC có thể quan niệm như một hệ thống, một mô hình động, phát triển theo không gian và thời gian, phù hợp với công nghệ và

quy trình xây dựng, liên hệ với bên ngoài bằng các mối quan hệ thị trường và quá trình công nghệ hóa xây dựng.

### **6.1.2. Phân loại mặt bằng thi công**

#### **6.1.2.1. Phân loại theo thiết kế**

##### *a) Mặt bằng thi công giai đoạn thiết kế kỹ thuật*

Do cơ quan thiết kế lập, nằm trong phần thiết kế “Tổ chức xây dựng” trong giai đoạn thiết kế kỹ thuật.

Hồ sơ thiết kế gồm:

- Các bản vẽ MBTC ở dạng quy hoạch vị trí;
- Dự toán;
- Thuyết minh.

##### *b) Mặt bằng thi công giai đoạn thiết kế thi công*

Do các “Doanh nghiệp xây dựng” hay còn gọi là các “Nhà thầu xây dựng” thiết kế, MBTC là một phần của “Hồ sơ dự thầu”.

Hồ sơ thiết kế gồm:

- Các bản vẽ mặt bằng cho từng giai đoạn thi công;
- Các bản vẽ chi tiết cho từng công trình tạm;
- Dự toán;
- Thuyết minh.

#### **6.1.2.2. Phân loại theo giai đoạn thi công**

Quá trình xây dựng một công trình được chia ra làm ba giai đoạn thi công cơ bản:

- Giai đoạn thi công đất và nền móng;
- Giai đoạn thi công phần thân và mái;
- Giai đoạn hoàn thiện.

Với những công trình lớn công nghệ xây dựng phức tạp, cần phải thiết kế MBTC cho cả ba giai đoạn, với các công trình nhỏ hoặc công nghệ xây dựng đơn giản, chỉ cần thiết kế MBTC cho giai đoạn thi công phần thân và mái.

#### *a) Mặt bằng thi công phần đất và nền móng*

Trong giai đoạn này phải tổ chức công trường phù hợp với các công tác đất: san đất, đào hoặc đắp đất, trên đó thể hiện phạm vi hoạt động, đường đi lại của các loại máy làm đất, nơi tập kết đất để vận chuyển đi hoặc giữ lại để tấp vào hố móng.

#### *b) Mặt bằng thi công phần thân và mái, hay còn gọi là phân kết cấu chịu lực của công trình*

Đây là giai đoạn chủ yếu, kéo dài và đặc trưng nhất cho quá trình xây dựng công trình.

#### *c) Mặt bằng thi công phần hoàn thiện*

Với các công trình lớn hoặc có công nghệ xây dựng phức tạp, cần thiết kế để thể hiện được sự tổ chức trong giai đoạn rút gọn công trường, để thay thế vào đó là việc hoàn thiện công trình và hoàn thiện mặt bằng quy hoạch, như làm đường vĩnh cửu, trồng cây xanh, thảm cỏ, làm tường rào... chuẩn bị bàn giao công trình.

### **6.1.2.3. Phân loại theo cách thể hiện bản vẽ**

#### *a) Mặt bằng thi công chung*

Hay còn gọi là mặt bằng quy hoạch vị trí, là một MBTC tổng quát, trên đó tất cả các công trình xây dựng, và các công trình tạm, được thể hiện trên cùng một bản vẽ với tỉ lệ nhỏ 1:200 hoặc 1:500.

#### *b) Mặt bằng thi công riêng*

Để thể hiện chi tiết về mặt kỹ thuật đối với tất cả các công trình tạm.

### **6.1.2.4. Phân loại theo đối tượng thi công**

#### *a) Mặt bằng công trường xây dựng*

Đây là dạng MBTC điển hình nhất, được thiết kế tổng quát cho một công trường XD, với sự tham gia của một hoặc nhiều nhà thầu xây dựng.

#### *b) Mặt bằng công trình xây dựng*

Hay còn gọi là “Mặt bằng công trình đơn vị”, vì đối tượng để xây dựng là một công trình trong một dự án xây dựng lớn.

### **6.1.2.5. Phân loại theo sự hoạt động của mặt bằng thi công**

#### **a) Mặt bằng xây dựng tĩnh**

Đó là các MBTC hoạt động một cách cố định, trên các mặt bằng được thiết kế cố định cho từng giai đoạn thi công.

#### **b) Mặt bằng xây dựng động**

Đó là các MBTC hoạt động một cách linh động không cố định trên các mặt bằng được thiết kế cơ động cho từng giai đoạn thi công.

### **6.1.3. Các nguyên tắc lập mặt bằng thi công và các chỉ tiêu đánh giá**

#### **6.1.3.1. Các nguyên tắc cơ bản khi thiết kế mặt bằng thi công**

Khi thiết kế MBTC cần phải tuân theo nhiều nguyên tắc, rất nhiều quy chuẩn hoặc tiêu chuẩn.

Tuy nhiên các nguyên tắc cơ bản sau đây có tính chất định hướng cho việc nghiên cứu cũng như việc thiết kế để đạt được sự tối ưu:

(1) *Mặt bằng xây dựng phải thiết kế sao cho các công trình tạm phục vụ tốt nhất cho quá trình sản xuất và đời sống của con người trên công trường, không làm cản trở hoặc ảnh hưởng tới công nghệ, đến chất lượng, thời gian xây dựng, an toàn lao động và vệ sinh môi trường.*

(2) *Phải thiết kế sao cho việc xây dựng số lượng các công trình tạm là ít nhất, giá thành xây dựng rẻ nhất, khả năng khai thác và sử dụng nhiều nhất, khả năng tái sử dụng, thanh lí, hoặc thu hồi vốn là nhiều nhất.*

(3) *Khi thiết kế MBTC phải đặt nó trong một mối quan hệ chung với sự đô thị hóa và công nghiệp hóa ở địa phương.*

(4) *Khi thiết kế MBTC phải tuân theo các hướng dẫn, các quy chuẩn, các tiêu chuẩn về thiết kế kỹ thuật, các quy định về an toàn lao động, phòng chống cháy nổ và vệ sinh môi trường.*

(5) *Học tập kinh nghiệm thiết kế MBTC và tổ chức công trường xây dựng của nước ngoài.*

#### **6.1.3.2. Các chỉ tiêu đánh giá mặt bằng thi công**

##### **a) Đánh giá chung về mặt bằng thi công**

Một MBTC được coi là hợp pháp, hợp lý và có tính khả thi, khi nó được thiết kế đúng đối tượng có tư cách pháp nhân và theo đúng các chỉ dẫn, các tiêu chuẩn về thiết kế MBTC.

Nội dung của MBTC phải đáp ứng đầy đủ các yêu cầu về công nghệ, tổ chức an toàn lao động và vệ sinh môi trường. Toàn bộ cơ sở vật chất kỹ thuật được thiết kế cho MBTC phải phục vụ tốt nhất cho toàn bộ quá trình sản xuất và đời sống của con người trên công trường, nhằm xây dựng công trình đúng thời hạn, đảm bảo chất lượng và các mục tiêu đề ra.

*b) Đánh giá riêng từng chỉ tiêu của mặt bằng thi công*

• Đánh giá về chỉ tiêu kỹ thuật:

Một MBTC hợp lý về chỉ tiêu kỹ thuật, khi nó tạo ra được các điều kiện về phục vụ và đảm bảo cho quá trình sản xuất xây dựng diễn ra liên tục, đúng kỹ thuật và an toàn trong mọi điều kiện về không gian và thời gian, đạt được mục tiêu xây dựng công trình đúng thời hạn và có chất lượng.

• Đánh giá về góc độ an toàn lao động và vệ sinh môi trường:

Có các thiết kế cụ thể để đảm bảo an toàn lao động, phòng chống cháy nổ trong suốt quá trình xây dựng, bảo vệ được tài sản và con người trên công trường. Đảm bảo vệ sinh xây dựng và vệ sinh môi trường theo quy định của pháp luật.

• Về chỉ tiêu công nghiệp hóa hiện đại hóa:

Mặt bằng xây dựng ở thế kỉ 21 phải mang tính công nghiệp hóa, hiện đại hóa cao. Mặc dù các công trình thiết kế chỉ là các công trình tạm nhưng với tư duy đổi mới, ta phải có những quan điểm mới để thiết kế những công trình tạm bền chắc, kinh tế và đẹp có khả năng lắp ghép, cơ động cao.

• Các chỉ tiêu về kinh tế:

Đánh giá định tính các công trình tạm qua chỉ tiêu sau:

- Tận dụng nhiều nhất các công trình có sẵn;
- Các công trình tạm có thể sử dụng lại được nhiều lần hoặc thu hồi được nhiều vốn khi phải phá dỡ thanh lý hoặc bán lại;
- Chi phí cho quá trình sử dụng là rẻ nhất;
- Góp phần vào việc phát triển kinh tế địa phương, hỗ trợ hoặc cung cấp các dịch vụ về xây dựng cho địa phương.

- Chỉ tiêu về mặt xã hội học:
  - Đảm bảo đời sống về vật chất và tinh thần cho người lao động trên công trường;
  - Góp phần thúc đẩy sự phát triển sản xuất xây dựng ở địa phương;
  - Xây dựng được quỹ nhà ở trên cơ sở khu nhà ở tạm, góp phần vào việc “Đô thị hóa” cho địa phương.

### 6.1.3.3. Các chỉ tiêu có thể tính được để đánh giá và so sánh các mặt bằng thi công

#### a) Chỉ tiêu về giá thành xây dựng tạm

Có thể tính được tổng giá thành XD tạm trên mặt bằng xây dựng qua công thức:

$$G_{\text{TMB}} = \sum_{i=1}^n G_i \quad (6.1)$$

trong đó:

$G_{\text{TMB}}$  - tổng giá thành xây dựng các công trình tạm trên MBTC;

$G_i$  - giá thành xây dựng công trình tạm.

Các giá trị  $G_i$  có thể lấy trong bảng tiên lượng, hoặc dự toán về xây dựng tạm trên công trường.

#### b) Chỉ tiêu về số lượng xây dựng nhà tạm

Bao gồm tất cả các loại nhà tạm: nhà làm việc, nhà ở và sinh hoạt trên công trường

Đánh giá qua hệ số xây dựng tạm  $K_1$ :

$$K_1 = \frac{\sum S_{\text{XD}}}{\sum S_{\text{tt}}} \quad (6.2)$$

ở đây:

$\sum S_{\text{XD}}$  - tổng diện tích các nhà tạm sẽ phải xây dựng ( $\text{m}^2$ );

$\sum S_{\text{tt}}$  - tổng diện tích các nhà tạm tính toán theo nhu cầu ( $\text{m}^2$ ).

Hệ số  $K_1 \leq 1$  và càng bé càng tốt, vì đã tận dụng được nhiều diện tích nhà có sẵn hoặc mới xây dựng ở công trường.

## 6.2. NỘI DUNG THIẾT KẾ TỔNG MẶT BẰNG THI CÔNG

### 6.2.1. Thiết kế hệ thống cấp nước tạm thời cho thi công

Khi thiết kế hệ thống cấp nước tạm, cần tuân theo một số nguyên tắc chung sau:

- Cần xây dựng trước một phần hệ thống cấp nước cho công trình sau này, để sử dụng tạm cho công trường. Ví dụ các công trình đầu mối, thu nước, xử lý thấp nước, bể chứa, máy bơm, các đường ống chính...;

- Khi quy hoạch mạng lưới đường ống, cần áp dụng các phương pháp toán học, để thiết kế được mạng lưới đường ống ngắn nhất, nhằm làm tối ưu bài toán thiết kế;

- Cần tuân thủ các quy trình, các tiêu chuẩn về thiết kế cấp nước cho các công trường xây dựng;

- Học tập kinh nghiệm cấp nước cho các công trường xây dựng ở nước ngoài.

Nội dung thiết kế hệ thống cấp nước cho công trường, bao gồm các vấn đề sau:

- Xác định lưu lượng nước cần thiết trên công trường;
- Yêu cầu về chất lượng nước và chọn nguồn nước cung cấp;
- Thiết kế mạng lưới cấp nước.

#### 6.2.1.1. Tính lưu lượng nước cần thiết phục vụ thi công

##### a) Nước phục vụ cho sản xuất ( $Q_1$ )

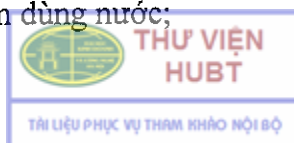
Bao gồm nước phục vụ cho quá trình thi công ở hiện trường như rửa đá, sỏi, trộn vữa bê tông hoặc vữa xây, trát, bảo dưỡng bê tông, tưới ẩm gạch... và nước cung cấp cho các xưởng sản xuất và phụ trợ như trạm động lực, bãi đúc cấu kiện bê tông, các xưởng gia công...

Lưu lượng nước phục vụ sản xuất tính theo công thức:

$$Q_1 = 1,2 \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{8 \times 3600} K_g \quad (l/s) \quad (6.3)$$

trong đó:

n - số lượng các điểm dùng nước;



- $A_i$  - lượng nước tiêu chuẩn cho 1 điểm sản xuất dùng nước (l/ngày);  
 $K_g$  - hệ số sử dụng nước không điều hòa trong giờ ( $K_g = 2 \div 2,5$ );  
 1,2 - hệ số kể đến lượng nước cần dùng chưa tính hết, hoặc sẽ phát sinh ở công trường;  
 8 - hệ số làm việc trong một ngày ở công trường;  
 3600 - đổi từ giờ sang giây (1 giờ = 3600 giây).

**Bảng 6.1: Tiêu chuẩn dùng nước cho sản xuất**

TT	Điểm dùng nước	Đơn vị	Tiêu chuẩn bình quân A (l/ngày)
1	Trạm trộn bê tông	m <sup>3</sup>	200 - 400
2	Trạm trộn vữa	m <sup>3</sup>	200 - 300
3	Tôi vôi	T	2.500 - 3.500
4	Bãi rửa đá, sỏi	m <sup>3</sup>	800 - 1.200
5	Bãi đúc cấu kiện bê tông cốt thép	m <sup>3</sup>	3.500 - 450
6	Trạm xe ô tô	1 xe	400 - 600

b) Nước phục vụ cho sinh hoạt ở hiện trường ( $Q_2$ )

Gồm nước phục vụ cho tắm rửa, ăn uống.

Được tính theo công thức:

$$Q_2 = \frac{N_{\max} \times B}{8 \times 3600} \text{ kg (l/s)} \quad (6.4)$$

trong đó:

$N_{\max}$  - số người lớn nhất làm việc trong một ngày ở công trường;

B - tiêu chuẩn dùng nước sinh hoạt cho một người trong một ngày ở công trường ( $B = 15 \div 20$  l/ngày);

$k_g$  - hệ số sử dụng nước không điều hòa trong giờ ( $k_g = 1,8 \div 2$ ).

c) Nước phục vụ sinh hoạt ở khu nhà ở ( $Q_3$ )

Bao gồm nước phục vụ cho các nhu cầu của dân cư trong khu nhà ở như tắm, giặt, ăn uống, vệ sinh... được tính theo công thức:

$$Q_3 = \frac{N_C \times C}{24 \times 3600} \times K_g \times K_{ng} \text{ (l/s)} \quad (6.5)$$



trong đó:

$N_C$  - số người ở khu nhà ở;

$C$  - tiêu chuẩn dùng nước sinh hoạt cho một người trong một ngày ở khu ở ( $C = 40 \div 60$  l/ngày);

$K_g$  - hệ số sử dụng nước không điều hòa trong giờ ( $K_g = 1,5 \div 1,8$ );

$K_{ng}$  - hệ số sử dụng nước không điều hòa trong ngày ( $K_{ng} = 1,4 \div 1,5$ ).

*d) Nước cứu hỏa ( $Q_4$ )*

Được tính bằng phương pháp tra bảng.

Tùy thuộc vào quy mô xây dựng, khối tích của nhà và độ khó cháy (bậc chịu lửa) xem Bảng 6.2.

**Bảng 6.2. Tiêu chuẩn nước chữa cháy**

Độ chịu lửa	Lưu lượng nước cho một đám cháy $Q$ (l/s)				
	Đối với nhà có khối tích sau (tính theo 1.000 m <sup>3</sup> )				
	< 3	3 ÷ 5	5 ÷ 20	20 ÷ 50	> 50
Khó cháy	5	5	10	10	15
Dễ cháy	10	15	25	30	35

Lưu lượng nước tổng cộng ở công trường theo tính toán:

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3 \text{ (l/s) nếu } (Q_1 + Q_2 + Q_3) \geq Q_4 \quad (6.6)$$

$$Q_t = 70\% (Q_1 + Q_2 + Q_3) + Q_4 \text{ (l/s) nếu } (Q_1 + Q_2 + Q_3) < Q_4 \quad (6.7)$$

**6.2.1.2. Thiết kế hệ thống cấp nước tạm thời trên công trường**

*a) Chất lượng nước*

Nước dùng trên công trường phải đảm bảo chất lượng phù hợp với các tiêu chuẩn về kỹ thuật và vệ sinh.

- Nước phục vụ cho các quá trình trộn vữa bê tông và vữa xây, trát, không được chứa axit, sun phat, dầu, mỡ...

- Nước dùng cho sinh hoạt phải đảm bảo các yêu cầu như trong, sạch, không chứa các vi trùng gây bệnh, đạt các tiêu chuẩn về nước sinh hoạt do Bộ Y tế quy định.

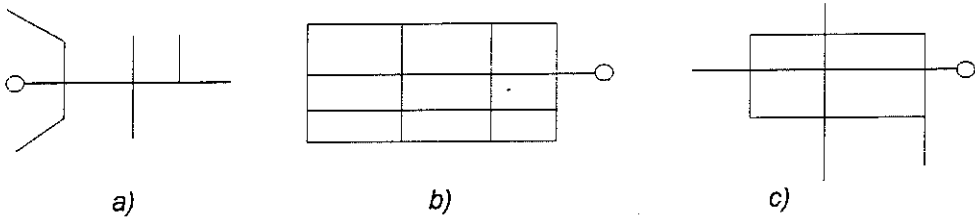
### b) Các nguồn nước cung cấp

Nước cung cấp cho công trường, có thể lấy từ hai nguồn sau:

- Nước do các nhà máy nước của địa phương cung cấp;
- Nước lấy từ các nguồn nước thiên nhiên: sông, suối, ao, hồ, kênh mương, giếng, nước ngầm...

### c) Lựa chọn tuyến cấp nước

Mạng lưới cấp nước là một trong những bộ phận quan trọng của hệ thống cấp nước làm nhiệm vụ vận chuyển và phân phối nước đến các điểm tiêu dùng. Giá thành xây dựng mạng lưới thường chiếm khoảng 50% ÷ 70% giá thành xây dựng toàn bộ hệ thống cấp nước. Mạng lưới cấp nước bao gồm: các đường ống chính, chủ yếu làm nhiệm vụ vận chuyển nước đi xa, các đường ống nhánh, làm nhiệm vụ phân phối nước đến các điểm dùng nước... Tùy theo quy mô và tính chất của đối tượng dùng nước, mà mạng lưới cấp nước có thể được thiết kế theo các sơ đồ mạng lưới cắt, mạng lưới vòng hay mạng lưới hỗn hợp (xem Hình 6.1).



**Hình 6.1:** Mạng lưới cấp nước:

a) Mạng lưới cắt; b) Mạng lưới vòng; c) Mạng lưới hỗn hợp.

Sơ đồ mạng lưới cắt, gồm có những mạch chính và những nhánh phụ, sơ đồ này có tổng chiều dài đường ống nhỏ, nhưng không đảm bảo an toàn cấp nước. Khi một đoạn ống nào đó ở đầu mạng lưới bị sự cố, hư hỏng thì toàn bộ khu vực phía sau sẽ không có nước. Ngược lại, trong mạng lưới vòng, khi một đường ống chính nào đó bị hỏng thì nước có thể chảy theo một đường ống chính khác, cung cấp nước cho các điểm phía sau. Đây là mạng lưới cấp nước tốt nhất, nhưng lại có tổng chiều dài đường ống lớn nhất, giá thành xây dựng đắt nhất. Việc tính toán mạng lưới cũng phức tạp nhất, vì vậy ở những công trường không có yêu cầu đặc biệt về cung cấp nước thì nên thiết kế theo mạng lưới cắt, nước dùng

cho sinh hoạt ở khu nhà ở và nước cứu hỏa nên thiết kế theo mạng lưới vòng. Mạng lưới cấp nước hợp lý cho công trường nên thiết kế theo sơ đồ mạng lưới phối hợp.

*Khi vạch tuyến mạng lưới cấp nước cần dựa trên các nguyên tắc sau:*

- Tổng số chiều dài đường ống là ngắn nhất;
- Đường ống phải bao trùm các đối tượng dùng nước;
- Chú ý đến khả năng phải thay đổi một vài nhánh đường ống cho phù hợp với các giai đoạn thi công;
- Hướng vận chuyển chính của nước đi về cuối mạng lưới và về các điểm dùng nước lớn nhất;
- Hạn chế việc bố trí đường ống qua các đường ô tô các nút giao thông... Sơ đồ mạng lưới cấp nước cần ghi rõ chiều dài từng đoạn đường ống, các điểm tiêu thụ nước và lưu lượng nước tại mỗi điểm.

#### *d) Tính toán mạng lưới cấp nước*

Thực chất của việc tính toán mạng lưới cấp nước là xác định lưu lượng nước chảy trên đường ống, trên cơ sở đó mà tính hoặc chọn đường kính ống cấp nước, cũng như xác định tổn thất áp lực trên đường ống, để xác định chiều cao của tháp nước hoặc tính toán, chọn máy bơm.

Khi tính toán mạng lưới cấp nước, thường phải tính cho hai trường hợp cơ bản sau đây:

- Trường hợp dùng nước lớn nhất;
- Trường hợp dùng nước lớn nhất khi có cháy xảy ra.

Trên công trường xây dựng, thường chỉ tính cho trường hợp dùng nước lớn nhất, nếu lưu lượng này lớn hơn lưu lượng cứu hỏa, với yêu cầu khi có cháy, tất cả nước sản xuất và sinh hoạt sẽ dừng lại phục vụ cho việc cứu hỏa. Nếu lưu lượng nước dùng cho sản xuất và sinh hoạt nhỏ hơn nước cứu hỏa, để kinh tế chỉ cần tính 70% lượng dùng nước lớn nhất, cộng với nước cứu hỏa theo tính toán.

- Xác định lưu lượng nước tính toán cho từng mạch:

Cơ sở để xác định lưu lượng nước tính toán cho từng mạch hay cho từng đoạn đường ống cấp nước là sơ đồ nguồn cung cấp nước và các điểm lấy nước ra từ mạng lưới. Sử dụng phương trình:  $\sum q_{\text{nút}} = 0$ .

Tức là lưu lượng nước đi vào một nút phải bằng tổng lưu lượng nước đi ra khỏi nút đó. Từ đó dễ dàng xác định được lưu lượng nước tính toán cho từng đoạn ống của mạng lưới cấp nước.

- Xác định đường kính ống:

Theo công thức thủy lực quen biết:  $Q = \omega \cdot v$ .

$$\text{Với ống tròn thì: } \omega = \frac{\Pi D^2}{4}$$

Dễ dàng tìm được sự liên hệ giữa lưu lượng nước và đường kính ống như sau:

$$D_{ij} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{ij}}{\Pi \times V \times 1000}} \quad (6.8)$$

trong đó:

$D_{ij}$  - đường kính ống của một đoạn mạch (m);

$Q_{ij}$  - lưu lượng nước tính toán của một đoạn mạch (l/s);

$V$  - tốc độ nước chảy trong ống (m/s);

1000 - đổi từ m<sup>3</sup> ra lít.

Từ công thức trên, ta thấy đường kính ống  $D$  không những phụ thuộc vào lưu lượng nước  $Q$  mà còn phụ thuộc vào tốc độ nước chảy  $V$ . Vì  $Q$  là một đại lượng không đổi, nên nếu  $V$  nhỏ thì đường kính ống sẽ lớn, giá thành mạng lưới sẽ tăng. Ngược lại, nếu  $V$  lớn thì ống sẽ nhỏ, giá thành mạng lưới sẽ giảm, nhưng chi phí quản lý, vận hành lại tăng, vì  $V$  lớn sẽ làm tăng tổng thất áp lực trên các đoạn ống, kết quả là độ cao bơm nước và chi phí cho việc bơm nước sẽ tăng. Vì vậy để hợp lý khi chọn đường kính ống nước ta phải dựa vào tốc độ kinh tế, tức là tốc độ có tổng giá thành xây dựng và chi phí vận hành sử dụng là nhỏ nhất. Tốc độ kinh tế  $V_k$  cho các đường ống cấp nước có thể lấy theo Bảng 6.3.

**Bảng 6.3. Tốc độ kinh tế  $V_k$  trong các ống cấp nước**

D (mm)	$V_k$ (m/s)	$V_{tb}$ (m/s)
100	0,15 - 0,86	0,50
150	0,28 - 1,15	0,70
200	0,38 - 1,47	0,90

**Bảng 6.3 (tiếp theo)**

D (mm)	$V_k$ (m/s)	$V_{tb}$ (m/s)
250	0,40 - 1,50	0,90
300	0,41 - 1,52	1,00
350	0,47 - 1,58	1,00
400	0,50 - 1,78	1,10
450	0,60 - 1,94	1,30
500	0,70 - 2,10	1,40
600	0,95 - 2,60	1,80

Dựa vào lưu lượng nước tính toán  $Q$  (l/s) và tốc độ kinh tế  $V_k$  (m/s) tra bảng thủy lực sẽ tìm được đường kính ống  $D$  tương ứng.

Hoặc có thể tính đường kính ống  $D$  qua công thức (6.8) khi này để đơn giản tính toán, trong các mạng cấp nước tạm cho công trường có thể lấy:

$V = 0,6 \div 1$  m/s đối với ống có  $D \leq 100$  mm;

$V = 1 \div 1,5$  m/s đối với ống có  $D > 100$  mm.

### 6.2.1.3. Lựa chọn máy bơm nước cho công trường

Máy bơm hiện nay thường dùng phổ biến là loại bơm ly tâm, chạy bằng động cơ điện loại trục ngang hoặc trục đứng. Thị trường máy bơm hiện nay rất đa dạng, nhiều nước chế tạo máy bơm nổi tiếng có bán ở Việt Nam như: Hàn Quốc - Tây Ban Nha - Trung Quốc, Việt Nam cũng đã chế tạo được nhiều loại máy bơm đạt tiêu chuẩn quốc tế và có giá thành rẻ.

Muốn chọn được máy bơm, phải tính được áp lực của máy bơm và công suất của máy bơm.

- Áp lực của máy bơm hay còn gọi là chiều cao bơm nước của máy bơm ( $H_{mb}$ ) được tính theo công thức sau:

+ Nếu hệ thống cấp nước có tháp nước:

$$H_{mb} = (Z_{th} - Z_b) + H_{th} + h_d + h_h + \sum h \quad (6.9)$$

trong đó:

$Z_{th}$  - cao trình mặt đất chân tháp nước (m);

$Z_b$  - cao trình đặt máy bơm (m);

$H_{th}$  - chiều cao tháp nước (m);

$h_d$  - chiều cao đài nước (m);

$h_h$  - chiều cao hút nước lên máy bơm (m);

$\sum h$  - tổng tổn thất áp lực trên toàn mạng (m).

+ Nếu hệ thống cấp nước không có tháp nước;

$$H_{mb} = (Z_0 - Z_b) + H_{max} + h_{td} + h_h + \sum h \quad (6.10)$$

trong đó:

$Z_0$  - cao trình mặt đất tự nhiên của công trình có điểm lấy nước bất lợi nhất trên công trường (m);

$Z_b$  - cao trình đặt máy bơm;

$H_{max}$  - chiều cao lớn nhất của điểm lấy nước bất lợi nhất (m);

$h_{td}$  - chiều cao cột nước tự do (m).

Công suất của máy bơm, được tính theo công thức:

$$N_b = \frac{Q_t \times H_{mb}}{75\eta} \quad (\text{mã lực}) \quad (6.11a)$$

Hoặc: 
$$N_b = \frac{Q_t \times H_{mb}}{102\eta} \quad (\text{KW}) \quad (6.11b)$$

trong đó:

$Q_t$  - lưu lượng tính toán tổng cộng (l/s);

$H_{mb}$  - chiều cao bơm nước của máy bơm (m);

$\eta$  - hệ số hiệu suất của máy bơm;

$\eta = 0,5 \div 0,6$  đối với máy bơm có lưu lượng bơm  $Q_b < 100 \text{ m}^3/\text{h}$ ;

$\eta = 0,6 \div 0,9$  đối với  $Q_b > 100 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Chọn máy bơm.

Để an toàn cho máy bơm, tránh quá tải, khi sử dụng thường phải lựa chọn công suất động cơ máy bơm:

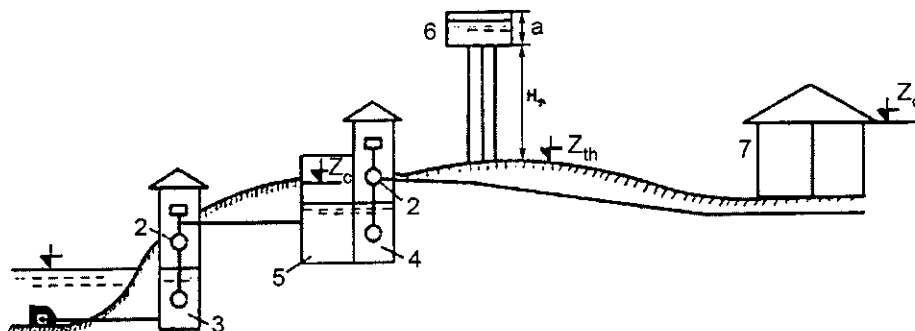
$$N_b^{\text{chọn}} = (1,2 \div 1,5) N_b$$

Trên thực tế có thể dựa vào 2 loại chỉ tiêu cơ bản:

+ Lưu lượng máy bơm  $Q_b = Q_t$  (l/s);

+ Chiều cao bơm nước  $H_{mb}$  (m).

Rồi tra bảng để chọn được loại máy bơm thích hợp. Trong các trạm bơm, thường đặt hai hoặc ba máy bơm có công suất tổng cộng bằng lưu lượng thiết kế và có thêm một máy bơm dự trữ, để dùng khi các máy khác bị hỏng hoặc định kỳ sửa chữa.



**Hình 6.2.** Cấp nước cho công trình bằng tháp nước:

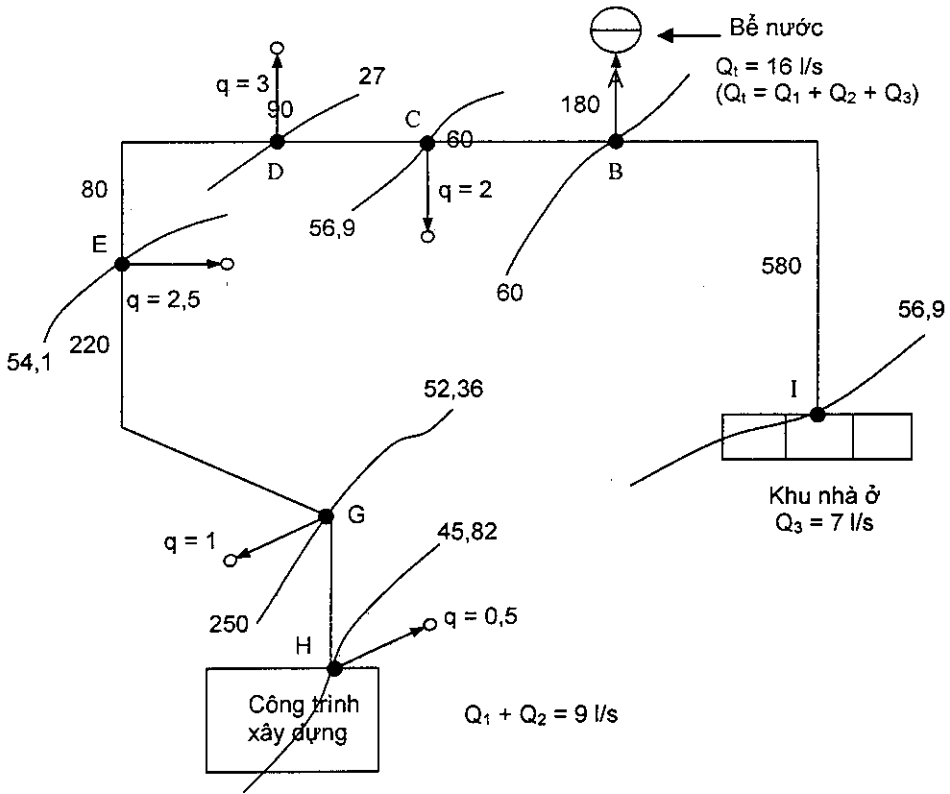
- 1- công trình thu nước; 2- máy bơm; 3- trạm bơm cấp 1;  
4- trạm bơm cấp 2; 5- bể lọc; 6- tháp nước; 7- công trình xây dựng.

Sau đây giới thiệu một số ví dụ minh họa:

Ví dụ 6.1: Tính toán mạng cấp nước tạm cho công trường có sơ đồ và các số liệu cho ở Hình 6.3.

**Bảng 6.4.** Số liệu tính toán

Khu vực	Đoạn ống	$L_{ij}$ (m)	$Q_{ij}$ (l/s)	$D_{ij}$ tính	$D_{ij}$ chọn	$V_i$ (m/s) thực tế	h dọc đường	$h_{ic}$ cục bộ	$h_{td}$
Nhà ở	AB	180	16	144	150	1,08	3,73	0,37	1
	BI	580	7	95	100	0,80	8,26	0,83	1
Sản xuất	BC	60	9	107	100	1,04	1,32	0,13	1
	CD	90	7	95	100	0,81	1,25	0,12	1
	DE	80	4	74	80	0,81	1,58	0,16	1
	EG	220	1,5	45	50	0,71	5,94	0,60	1
	GH	250	0,5	27	32	0,33	6,67	0,67	1
	$\Sigma L$	700				$\Sigma h$	16,76	1,68	



**Hình 6.3.** Sơ đồ hệ thống cấp nước cho công trường xây dựng A

Để tiện việc tính toán và sử dụng ta sẽ lập thành bảng, trình tự tính toán theo các bước sau:

**Bước 1:** Tính các số liệu trong bảng.

- Cột 1; 2; 3: Lấy theo số liệu trên sơ đồ.
- Cột 4: Lấy lưu lượng của một đoạn ống đứng trước bằng lưu lượng đoạn ống đứng sau trừ đi lưu lượng của các điểm tiêu thụ nằm trên đoạn đó, kể cả đoạn mạch cụt nếu có.

Ví dụ:  $Q_{CD} = Q_{BC} - q_C = 9 - 2 = 7$ .

- Cột 5: Tính đường kính ống từng đoạn theo công thức:

$$D_{ij} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{ij}}{\pi \times V \times 100}}$$

Ở đây vì là đường ống tạm nên đơn giản lấy  $V = 1 \text{ m/s}$ .



- Cột 6: Chọn đường kính ống nước theo các ống tiêu chuẩn có đường kính xấp xỉ giá trị tính được ở cột 5.

- Cột 7: Tính lại lưu tốc thực tế theo đường kính ống chọn hoặc tra bảng tính thủy lực của Ph.A.Sêvêlêp:

$$V_i = \frac{4 \times Q_{ij}}{\pi \times 1000 \times D_{ij}^2}$$

- Cột 8: Tính tổn thất áp lực dọc đường:

$$h = i L_{ij}$$

(trong đó  $i$  tra bảng tính thủy lực Ph.A.Sêvêlêp).

- Cột 9: Tính tổn thất áp lực cục bộ do van khóa (hoặc có thể bỏ qua không cần tính giá trị này).

Theo kinh nghiệm  $h_{ci} = 10\%h$ .

- Cột 10: Cột nước tự do, ở đây lấy  $h_{td} = 1m$ .

*Bước 2:* Tính chiều cao tháp nước, để nước có thể tự chảy đến tất cả các điểm tiêu thụ trên công trường, chiều cao tháp nước tính theo công thức:

$$H_{th} = Z_0 - Z_{th} + H_{max} + h_{td} + \sum h$$

trong đó:

$Z_0$  - cao trình cốt mặt đất của điểm lấy nước bất lợi nhất, ở đây là ngôi nhà 4 tầng có  $Z_0 = 27m$ ;

$Z_{th}$  - cao trình tự nhiên của chân tháp nước,  $Z_{th} = 32,21 (m)$ ;

$H_{max}$  - chiều cao của nhà bốn tầng, nơi có điểm lấy nước bất lợi nhất,  $H_{max} = 16m$ ;

$h_{td}$  - chiều cao cột nước tự do lấy  $h_{td} = 1m$ ;

$\sum h$  - tổng tổn thất áp lực trên toàn mạng đường ống:

$$\sum h = 16,76 + 1,68 = 18,44 m;$$

$$H_{th} = 27 - 32 + 16 + 1 + 18,44 = 30,44m.$$

Cao trình đáy đài:  $Z_d$

$$Z_d = Z_{th} + H_{th} = 32 + 30,44 = 62,44m;$$

Lấy tròn:

$$Z_d = 63m.$$

Như vậy, nếu ở cao trình 63m thì đài nước sẽ cấp nước lên đến cao trình 43m là cao trình điểm lấy nước bất lợi nhất của ngôi nhà bốn tầng trên công trường.

Nếu không muốn xây dựng tháp nước, thì tại vị trí tháp nước sẽ xây dựng bể chứa và tính máy bơm nước đến các điểm tiêu thụ trên toàn công trường, áp lực máy bơm được tính theo công thức:

$$H_{mb} = Z_0 - Z_b + H_{max} + h_{td} + h_h + \sum h;$$

$$H_{mb} = 27 - 32 + 16 + 1 + 3 + 18,44 = 33,44m.$$

(Giả sử bể nước xây chìm có chiều sâu  $h_h = 3m$ ).

Công suất của máy bơm được tính theo:

$$N_b = \frac{Q_t \times H_{mb}}{102\eta} \text{ (KW)}$$

ở đây:

$$Q_t = 16 \text{ l/s};$$

$$H_{mb} = 33,44m;$$

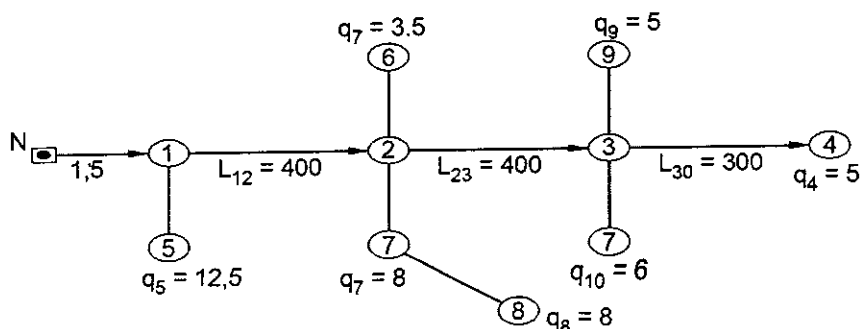
$$\eta = 0,5m;$$

$$N_b = \frac{16 \times 33,44}{102 \times 0,5} = 10,49 \text{ KW.}$$

Chọn máy bơm có công suất 15KW.

*Vi dụ 6.2:* Tính toán mạng lưới cấp nước cắt, với các số liệu cho trên Hình 6.4.

Biết rằng mặt bằng công trường xây dựng là phẳng, có độ cao đồng mức là 110.



**Hình 6.4.** Sơ đồ mạng lưới cấp nước cắt

*Bước 1:* Bằng phương trình  $\sum q_{\text{nút}} = 0$  xác định lưu lượng nước tính toán  $Q_{ij}$  cho từng đoạn ống.

Lưu lượng nước trong mỗi mạch ống chính được tính bằng cách cộng các lưu lượng cả những mạch phía sau (so với chiều dòng nước), và lưu lượng các điểm tiêu thụ trên chính mạch đó.

Ví dụ:  $Q_{34} = q_4 = 5$ ;

$Q_{23} = Q_{34} + q_9 + q_{10} = 5 + 5 + 6 = 16$ .

*Bước 2:* Dựa vào lưu lượng  $Q_{ij}$  vừa tính được, tra bảng thủy lực của Ph.A.Sêvêlêp để tìm  $D_{ij}$ ,  $V$  và  $1000i$  tương ứng.

*Bước 3:* Xác định tổn thất áp lực cho từng đoạn đường ống bằng công thức  $h = iL$  (m), cho toàn bộ mạng lưới đường ống  $\sum h$  (m).

Kết quả tính toán trình bày trong Bảng 7.4.

**Bảng 6.5. Tính toán mạng lưới cấp nước cụt**

Đoạn ống	$Q_{ij}$ (l/s)	$D_{ij}$ (mm)	$V$ (m/s)	$1000i$ (m)	$L_{ij}$ (m)	$h = iL$ (m)
N - 1	46,0	250	0,99	6,38	1,50	0,95
1 - 2	35,5	200	1,14	11,50	400	4,60
2 - 3	16,0	150	0,42	11,10	450	4,99
3 - 4	5,0	100	0,65	10,00	300	3,00
						$\sum h = 13,54$

Giả sử cần chọn độ cao tháp nước sẽ tính theo công thức:

$$H_{\text{th}} = Z_{\text{nh}} - Z_{\text{th}} + H_{\text{max}} + h_{\text{td}} + \sum h$$

ở đây vì giả thiết mặt bằng công trường là phẳng nên cao trình nhà và cao trình tháp bằng cốt tự nhiên  $Z_{\text{nh}} = Z_{\text{th}} = 110$ .

$h_{\text{td}}$  - áp lực tự do cần thiết của điểm lấy nước bất lợi nhất của mạng cấp nước  $h_{\text{td}} = 2\text{m}$ ;

$H_{\text{max}}$  - chiều cao lớn nhất của điểm cần lấy nước;

Giả sử cần phải đưa nước lên tầng 3 của ngôi nhà đang xây dựng, là điểm cao nhất trong công trường cần nước.

Ta có:  $H_{\max} = 12\text{m}$ .

$\sum h$  - tổn thất áp lực trên toàn mạng, ở ví dụ này:

$$\sum h = 13,54 \text{ m.}$$

Khi thay các số liệu vào, ta tính được chiều cao của tháp nước:

$$H_{\text{th}} = 110 - 110 + 12 + 2 + 13,5 = 29,54\text{m};$$

Lấy tròn:  $H_{\text{th}} = 30\text{m}$ .

Với chiều cao này, tháp nước đảm bảo cung cấp nước liên tục tới tất cả các điểm cần nước trên công trường.

Ở những công trường nhỏ, hoặc công trường trong thành phố, để hợp lý thường không dùng tháp nước, mà thay vào đó là các máy bơm.

Khi này nguồn nước cấp nước từ các đường ống có sẵn sẽ tự chảy vào bể dự trữ, và từ đây nước được bơm vào mạng lưới cấp nước công trường.

### **6.2.2. Thiết kế hệ thống cấp điện tạm thời cho thi công**

Thiết kế hệ thống cấp điện cho công trường là giải quyết mấy vấn đề sau:

- Tính công suất tiêu thụ của từng điểm tiêu thụ và của toàn bộ công trường;
- Chọn nguồn điện và bố trí mạng lưới điện;
- Thiết kế mạng lưới điện cho công trường.

#### **6.2.2.1. Tính toán công suất tiêu thụ điện trên công trường**

Điện dùng trên công trường xây dựng được chia ra làm 3 loại sau:

- Điện phục vụ trực tiếp cho sản xuất (máy hàn) chiếm khoảng (20 ÷ 30)%, tổng công suất tiêu thụ điện ở công trường;
- Điện chạy máy (điện động lực) chiếm khoảng (60 ÷ 70)%: điện dùng cho cần trục tháp, máy trộn bê tông, máy bơm...;
- Điện dùng cho sinh hoạt và chiếu sáng ở hiện trường và khu nhà ở, chiếm từ (10 ÷ 20)%.

+ Công suất điện tiêu thụ trực tiếp sản xuất:

$$P_1^t = \sum \frac{K_1 \cdot P_1}{\cos \varphi} \text{ (KW)} \quad (6.12)$$

+ Công suất điện chạy máy (điện động lực):

$$P_2^t = \sum \frac{K_2 \cdot P_2}{\cos \varphi} \text{ (KW)} \quad (6.13)$$

+ Công suất điện dùng cho sinh hoạt và chiếu sáng ở khu vực hiện trường:

$$P_3^t = \sum K_3 \cdot P_3 \text{ (KW)} \quad (6.14)$$

+ Công suất điện dùng cho sinh hoạt và chiếu sáng ở khu vực gia đình:

$$P_4^t = \sum K_4 \cdot P_4 \text{ (KW)} \quad (6.15)$$

Tổng công suất điện cần thiết tính toán cho công trường:

$$P^t = 1,1 \left( \sum \frac{K_1 \cdot P_1}{\cos \varphi} + \sum \frac{K_2 \cdot P_2}{\cos \varphi} + \sum K_3 \cdot P_3 + \sum K_4 \cdot P_4 \right) \quad (6.16)$$

trong đó:

1,1 - hệ số tính đến sự hao hụt công suất trong mạng;

$\cos \varphi$  - hệ số công suất tra bảng, trong mạng điện tạm có thể lấy:

$$\cos \varphi = 0,65 \div 0,75;$$

$P_1$  - công suất danh hiệu các máy tiêu thụ trực tiếp điện (các máy hàn điện hoặc hồ quang);

$P_2$  - công suất danh hiệu của các máy chạy động cơ điện (cần trục tháp, thang tải, máy trộn vữa...);

$P_3, P_4$  - công suất danh hiệu các loại phụ tải dùng cho sinh hoạt và thắp sáng ở khu vực hiện trường và khu ở gia đình (ti vi, tủ lạnh, computer, quạt, đèn...);

$K_1, K_2, K_3, K_4$  - hệ số nhu cầu dùng điện phụ thuộc vào số lượng các nhóm thiết bị.

Các hệ số  $\cos \varphi$  và hệ số  $K$ , công suất động cơ, công suất máy sản xuất, các đèn thắp sáng, tra trong sổ tay máy xây dựng hoặc sổ tay kỹ thuật điện. Sau đây là một số bảng để tham khảo.

**Bảng 6.6. Hệ số cosφ và hệ số K**

Tên thiết bị	Số lượng (chiếc)	K	cosφ
- Máy trộn vữa và trộn bê tông	< 10	0,75	0,68
- Thăng tải, các động cơ và các máy hàn	10 ÷ 30	0,70	0,65
	> 30	0,60	0,60
- Chiếu sáng trong nhà		0,80	1,00
- Chiếu sáng ngoài trời		1,00	1,00

**Bảng 6.7. Công suất động cơ một số máy xây dựng**

TT	Tên máy	Công suất P (KW)
1	Máy trộn bê tông 250 l	3,8
2	Máy trộn bê tông 400 l	4,5
3	Máy trộn vữa 150 l	3,2
4	Máy trộn vữa 375 l	4,3
5	Máy hàn điện 180 Kg	60 KVA
6	Máy hàn điện 75 Kg	20 KVA
7	Máy đầm bê tông chấn động	1,00
8	Thăng tải sức nâng 0,5 T	2,20
9	Cần trục thiếu nhi sức trục 0,5T	3,20
10	Cần trục tháp sức trục 3T	32,0
11	Cần trục tháp sức trục 5T	36,0

**Bảng 6.8. Công suất điện chiếu sáng**

TT	Nơi tiêu thụ	Độ sáng (Lux)	Công suất (W/m <sup>2</sup> )
	<b>Chiếu sáng trong nhà</b>		
	Nhà ở tập thể	25	15
	Hội trường các nơi công cộng	50	18
	Kho kín	5	3
	Xưởng chế tạo ván khuôn, cốt thép	50	18
	Trạm bê tông, gara ô tô	10	5
	Trạm phát điện	20	8

**Bảng 6.8 (tiếp theo)**

TT	Nơi tiêu thụ	Độ sáng (Lux)	Công suất (W/m <sup>2</sup> )
	<b>Chiếu sáng ngoài trời</b>		
1	Nơi đào đất, xây gạch, đổ bê tông	5	0,8 W/m <sup>2</sup>
2	Nơi lắp kết cấu và hàn	15	2,4 W/m <sup>2</sup>
3	Đường giao thông chính	0,5	5 KW/km
4	Đường giao thông phụ	0,2	2,5 KW/km
5	Đèn bảo vệ	0,1	1,5 KW/km

Ngoài cách tính tổng công suất điện theo các phụ tải như trên, cũng có thể tính theo lượng điện tiêu thụ cho từng dạng công việc, như lượng điện tiêu thụ khi thi công 100m<sup>3</sup> bê tông, hay 100 tấn cấu kiện lắp ghép.

Ở phần tính điện thấp sáng, nếu tính đơn giản có thể ước lượng công suất thấp sáng bằng (10% - 15%) công suất động lực và phục vụ sản xuất.

Dựa vào tiến độ thi công và MBTC công trình, ta có thể xác định rõ các điểm tiêu thụ điện, và tính toán công suất điện cần thiết, cũng như việc xác định nhu cầu về điện thay đổi trong suốt thời gian xây dựng.

**Bảng 6.9. Công suất điện chiếu sáng**

TT	Tên công việc	Đơn vị	Điện tiêu thụ (KW/h)
1	Trộn vữa, trộn bê tông bằng máy	100 m <sup>3</sup>	80
2	Nghiền đá cỡ 400 mm	-	200
3	1.500 mm	-	80
4	Đầm bê tông các khối lớn, cột	-	4,5
5	Đầm các kết cấu móng, dầm, sàn	-	10
6	Hàn thép tấm $\delta < 5\text{m}$	100m dài	15
7	$\delta = 10 \div 20\text{mm}$	-	200
8	Nâng vật liệu bằng cần trục thiếu nhi lên cao 15m	100 tấn	1,9

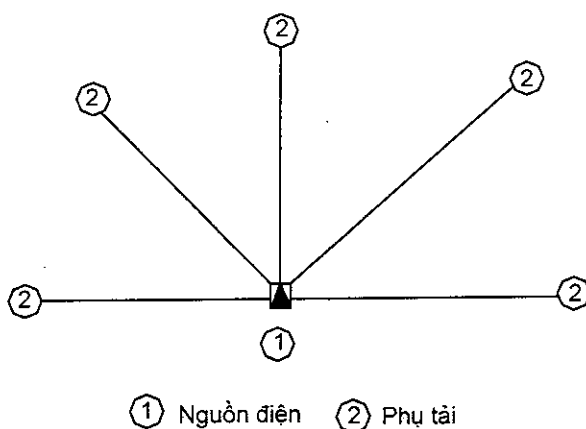
### 6.2.2.2. Thiết kế mạng lưới cấp điện tạm thời trên công trường

Trong phạm vi công trường, việc xác định số lượng các trạm biến thế, cách bố trí chúng và sơ đồ mạng lưới đường dây điện cần phải giải quyết dựa trên sự so sánh các phương án.

Các trạm biến áp nên bố trí ở trung tâm những nơi tiêu thụ, bán kính phục vụ của trạm biến áp  $R \leq 500\text{m}$  với điện áp là 380/220, nếu điện áp là (220/120 thì  $R \leq 250\text{m}$ ). Tùy theo quy mô công trường và khoảng cách giữa các điểm tiêu thụ điện, cũng như điện áp của các trạm biến áp, mà tự quyết định số lượng cũng như vị trí của các trạm biến áp này.

Có 3 sơ đồ cấp điện tạm thời sau:

- Sơ đồ hình tia:



**Hình 6.5.** Sơ đồ cấp điện hình tia

Từ nguồn cấp điện (có thể là trạm biến áp hoặc cầu dao tổng) đầu nối trực tiếp dây dẫn tới các phụ tải.

Sơ đồ này sử dụng khi các phụ tải phân tán trên tổng mặt bằng.

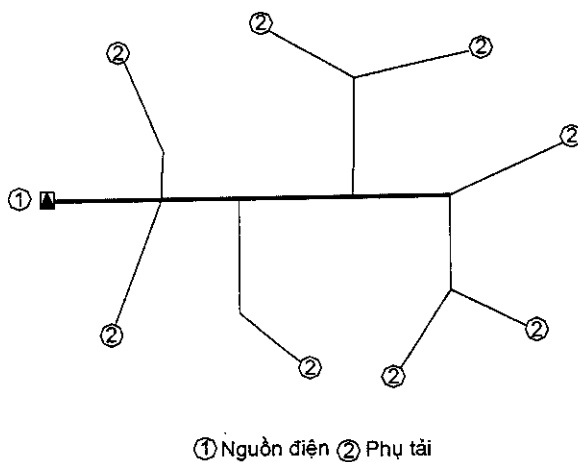
Ưu điểm của sơ đồ này là không gây nên hiện tượng tổn thất điện áp trên mạng. Thiết bị làm việc ổn định. Độ tin cậy của mạng điện cao.

Nhược điểm: tốn thiết bị điện và đường dây, chi phí cao.

- Sơ đồ phân nhánh:

Có một trục chính từ nguồn cấp điện (có thể là trạm biến áp hoặc cầu dao tổng) đi tới các cụm phụ tải tiêu thụ, trên đó có các nhánh rẽ đưa điện tới các phụ tải.





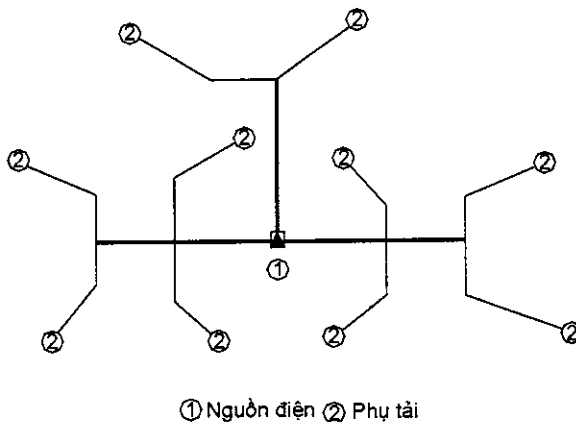
**Hình 6.6.** Sơ đồ cấp điện phân nhánh

Sơ đồ này sử dụng khi các phụ tải tập trung cùng một hướng với nguồn điện.

Ưu điểm của sơ đồ này: đỡ tốn thiết bị điện và đường dây, chi phí thấp hơn sơ đồ hình tia.

Nhược điểm: có hiện tượng tổn thất điện áp trên toàn tuyến, điện áp cuối đường dây nhỏ hơn đầu đường dây ( $U_1 > U_2$ ), gây nên hiện tượng sụt thế dẫn đến ảnh hưởng tới mô men quay của động cơ (có thể dẫn đến hiện tượng như là quá tải của động cơ: gây nóng động cơ) và độ sáng của bóng đèn.

- Sơ đồ phối hợp:



**Hình 6.7.** Sơ đồ cấp điện phối hợp

Để phát huy ưu điểm của hai sơ đồ trên cũng như khắc phục nhược điểm của chúng, người ta đưa ra sơ đồ phối hợp.

Sơ đồ này là sự kết hợp cả hình tia và phân nhánh. Từ nguồn điện (có thể là trạm biến áp hoặc cầu dao tổng) ta đấu nối một số tuyến chính theo hình tia tới các cụm phụ tải có cùng một hướng, từ các tuyến chính này sẽ phân bố các nhánh rẽ tới các phụ tải. Đây là sơ đồ được áp dụng nhiều trên công trường. Sơ đồ này phù hợp với các nhóm phụ tải phân bố trên khắp công trường.

Ưu điểm của phương pháp là độ tin cậy của mạng cao hơn sơ đồ phân nhánh, giảm hiện tượng tổn thất điện áp, chi phí thấp hơn sơ đồ hình tia.

*a) Thiết kế sơ đồ tuyến đường dây:*

Để thiết kế được tốt cần phải có các tài liệu sau:

- MBTC đã được thiết kế vị trí các công trình tạm;
- Bản đồ địa hình, mặt bằng cao độ của công trường;
- Bản vẽ hệ thống cấp điện công trình;
- Tiến độ thi công.

Nghiên cứu kỹ các tài liệu tiến hành vạch tuyến sao cho đường dây ngắn nhất, ít chướng ngại, đường dây phải mắc ở một bên đường đi để dễ thi công, vận hành sửa chữa, và kết hợp được với việc bố trí đèn đường, đèn bảo vệ, đường dây truyền thanh... đảm bảo kinh tế. Chú ý không làm cản trở giao thông và sự hoạt động của các thiết bị cần trục, tránh vướng rãnh.

- Khi vạch tuyến, xác định luôn vị trí cột điện, bước cột thường được chọn phụ thuộc vào vật liệu làm cột, nếu là cột gỗ từ (20m ÷ 30m). Nếu là cột bê tông từ (30m ÷ 40m). Bố trí cột sao cho dây điện cách các vật kiến trúc theo chiều ngang là  $\geq 1,5\text{m}$ . Khoảng cách từ dây dẫn võng nhất đến mặt đất phải  $\geq 6\text{m}$  với khu vực dân cư, và khu vực công trình, phải  $\geq 5\text{m}$  với khu vực có người qua lại. Riêng đoạn đường dây rẽ nhánh vào các công trình đơn vị, độ cao cho phép  $\geq 4\text{m}$ .

- Các đường dây điện dùng cho công trường thường là dây bọc. Nếu đi ngầm qua đường dây đặt trong ống cứng, chôn sâu  $\geq 0,5\text{m}$ .

*b) Tính toán tiết diện dây dẫn:*

Mạng điện ngoài trời thường làm bằng dây đồng, dây nhôm hay dây thép dạng cáp cho an toàn.

Dây bọc thường dùng cho đường dây thấp sáng, đường dây phục vụ cho các nhà làm việc, đường dây trong nhà ở khu gia đình.

Khi đã có khoảng cách cột, chiều dài dây, loại dây điện, ta tiến hành tính toán tiết diện dây dẫn để đảm bảo các yêu cầu sau:

*b.1) Yêu cầu về cường độ dòng điện*

Điều kiện này đảm bảo cho dây dẫn không bị phát nóng quá nhiệt độ giới hạn. Nếu nhiệt độ trên dây dẫn có vỏ bọc hay dây cáp cao quá nhiệt độ cho phép, sẽ làm chất cách điện bị hư hại nhanh, làm giảm thời gian sử dụng dây.

Yêu cầu về cường độ, biểu diễn bằng công thức:  $I_t \leq [I_{cp}]$ .

*b.2) Yêu cầu về độ sụt điện áp*

Đối với các động cơ điện, thì nếu sụt điện áp nhiều sẽ làm giảm mô men quay của động cơ, đồng thời làm tăng trị số dòng điện vào động cơ, nhiệt độ động cơ tăng lên, tuổi thọ giảm đi, với điện thấp sáng cũng làm chóng hỏng các đèn huỳnh quang. Độ sụt điện áp tính toán nhỏ hơn độ sụt điện áp cho phép, tính theo phần trăm:  $\Delta U_t \% \leq [\Delta u\%]$ .

*b.3) Yêu cầu về độ bền cơ học*

Để dây chịu được sức căng trên cột do trọng lượng bản thân và khi chịu lực gió, về nguyên tắc khi chọn tiết diện dây dẫn, ta đều phải tính theo độ bền cơ học. Tuy nhiên việc tính toán này rất là phức tạp, do đó đã có bảng tính sẵn, quy định tiết diện nhỏ nhất cho phép  $[S_{min}]$ , đối với từng loại dây dẫn, để sau khi tính theo hai yêu cầu trên thì kiểm tra lại yêu cầu về độ bền cơ học, nếu không thỏa mãn thì phải tăng tiết diện dây.

*b.4) Tính toán dây điện cho công trường XD thường phải tính hai loại đường dây*

*\* Đường dây cung cấp trên không:*

Là đường dây từ mạng lưới điện cao thế đến trạm biến áp của công trường, chiều dài đường dây trên không thường lớn, do đó độ sụt điện áp là đáng kể.

Theo kinh nghiệm, nếu tiết diện tính toán đảm bảo độ sụt điện áp thì thông thường cũng thỏa mãn yêu cầu về cường độ, do đó việc tính tiết diện dây dẫn nên đi theo trình tự:

- + Tính theo độ sụt điện áp;
- + Kiểm tra theo yêu cầu độ bền cơ học.
- Đường dây phân phối tới phụ tải theo quy định:
- + Nếu  $L > 100\text{m}$ . Tính theo yêu cầu độ sụt điện áp và kiểm tra theo yêu cầu cường độ;
- + Nếu  $L < 100\text{m}$ . Tính theo yêu cầu cường độ và kiểm tra theo yêu cầu độ sụt điện áp.

- Sau đây trình bày công thức tính toán:

Khi dòng điện chạy qua một dây dẫn, tùy thuộc vào điện trở và chiều dài dây nó sẽ tiêu thụ một điện áp nào đó, điện áp cuối đường thấp hơn đầu đường dây.

Nếu gọi  $U_1$  là điện áp đầu dây,  $U_2$  là điện áp cuối đường dây.

Tồn thất điện áp trên đường dây là:

$$\Delta U = U_1 - U_2$$

Để tính toán tiết diện dây dẫn, người ta biểu thị độ sụt điện áp bằng giá trị (%) của điện áp định mức của mạng điện và gọi là độ sụt điện áp tương đối:

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U \times 100\%}{U_{dm}} = \frac{(U_1 - U_2)}{U_{dm}} 100\% \quad (6.17)$$

Đối với đường dây cung cấp trên không. Tiết diện dây dẫn ngoài trời có điện thế cao, xác định theo độ sụt điện thế bằng công thức:

$$\Delta U \frac{M \times Z}{10 \times U^2 \cos \varphi} = \leq 10\% \quad (6.18)$$

trong đó:

$M$  - mô men tải tính bằng (kw.km) và được tính bằng công thức:

$$M = \sum P_t L$$

$P_t$  - tổng công suất tiêu thụ (kw);

$L$  - chiều dài đoạn dây (km);

$U$  - điện thế danh hiệu tính bằng (kv);

$Z$  - điện trở của 1km dài đường dây tính bằng ôhm ( $\Omega$ ),  $Z$  gồm thành phần điện trở ôhm ( $R$ ) và điện trở cảm ứng ( $X$ ), và phụ thuộc vào  $\cos \varphi$ .

$$Z = R \cos \varphi + Z \cos \varphi \quad (6.19)$$

Trị số  $Z$  được tính bằng các bảng tính sẵn cho từng loại dây dẫn.

Sau đây giới thiệu bảng tính cho dây nhôm (Bảng 6.11).

Công thức sụt điện áp ở trên chỉ để kiểm tra, do đó phải chọn tiết diện tối thiểu cho phép của dây dẫn theo độ bền cơ học.

Tra bảng ta có:

+ Dây nhôm:  $[S_{\min}] > 35 \text{ mm}^2$ ;

+ Dây thép:  $[S_{\min}] > 25 \text{ mm}^2$ .

Tra bảng ra  $Z$  rồi kiểm tra lại theo công thức:

$$\Delta_U \% = \frac{M \times Z}{10 \times U^2 \cos \varphi} \leq 10\%$$

Nếu không thoả mãn tức là  $\Delta_U > 10\%$  thì phải chọn lại tiết diện rồi tiến hành kiểm tra lại theo công thức trên.

Đối với đường dây phân phối tới phụ tải, thì tính ngay được tiết diện dây dẫn theo công thức:

$$S = \frac{P \times L}{C[\Delta_U \%]} \quad (\text{mm}^2) \quad (6.20)$$

trong đó:

$P$  - công suất truyền tải trên đường dây (kw);

$L$  - chiều dài đường dây (m);

$[\Delta_U \%]$  - tổn thất điện áp cho phép, tra bảng;

$C$  - hệ số điện áp tra bảng.

**Bảng 6.10. Điện trở  $Z$  ( $\Omega/\text{km}$ ) của dây trời bằng nhôm**

Ký hiệu	Tiết diện	Hệ số $\cos \varphi$		
		0,7	0,8	0,9
A - 16	16	1,615	1,762	1,889
A - 25	25	1,137	1,218	1,279
A - 35	35	0,883	0,923	0,956
A - 50	50	0,741	0,759	0,780

**Bảng 6.10 (tiếp theo)**

Ký hiệu	Tiết diện	Hệ số cosφ		
		0,7	0,8	0,9
A - 70	70	0,557	0,563	0,550
A - 95	95	0,459	0,452	0,439
A - 120	120	0,416	0,404	0,377
A - 150	150	0,367	0,351	0,319

**Bảng 6.11. Tổn thất điện áp cho phép ( $\Delta_U$  %)**

TT	Điều kiện xác định	$\Delta_U$ %
1	Bóng đèn xa nhất trong hệ thống chiếu sáng làm việc	2,5
2	Trong hệ thống chiếu sáng nhà ở	5
3	Hệ thống chiếu sáng và động lực được cấp điện bằng một đường dây chung	6
4	Mạch điện động lực ở động cơ xa nhất	5
5	Mạch điện chiếu sáng 12V ÷ 36V	10

**Bảng 6.12. Hệ số điện áp C**

Điện áp mạng	Hệ thống điện áp	Hệ số C	
		Dây nhôm	Dây đồng
380/220	Ba pha có trung tính	50	83
380/220	Hai pha có trung tính	22	37
220	Ba pha	16,5	28
220	Một pha hoặc dùng một chiều	8,3	14
220/127	Hai pha có trung tính	7,3	12,2
127	Ba pha	5,6	9,2
127	Một pha	2,8	4,6
110	Một pha hoặc dùng một chiều	2,1	3,4
36	Một pha	0,44	0,74
24	Một pha	0,1	0,16
12	Một pha	0,025	0,041

\* *Tính theo yêu cầu về cường độ:*

Cường độ tính toán phải nhỏ hơn cường độ lớn nhất cho phép  $I_t \leq [I]$ .

Công thức tính  $I_t$  như sau:

- Đối với mạng chiếu sáng chia phụ tải ra theo từng pha rồi tính theo công thức:

$$I = \frac{P_f}{U_f} \text{ (A)} \quad (6.21)$$

trong đó:

$P_f$  - công suất chiếu sáng theo từng pha (W);

$U_f$  - điện áp pha (V).

- Đối với mạng động lực tính theo cả ba pha:

$$I_t = \beta \frac{P}{\eta \times \sqrt{3} \times U_d \times \cos \varphi} \text{ (A)} \quad (6.22)$$

trong đó:

$P$  - công suất cho cả ba pha (W);

$U_d$  - điện áp dây (V);

$\cos \varphi$  - hệ số công suất phụ tải, phụ thuộc số lượng máy chạy điện.

Sau đây giới thiệu cường độ cho phép của dây trần mắc ngoài trời.

**Bảng 6.13. Cường độ lớn nhất cho phép của loại dây trần mắc ngoài trời**

Dây nhôm		Dây đồng		Dây thép	
S (mm <sup>2</sup> )	I (A)	S (mm <sup>2</sup> )	I (A)	S (mm <sup>2</sup> )	I (A)
16	105	4	60	4	35
25	135	6	75	5	40
35	170	10	110	6	60
50	215	16	150	35	80
70	265	25	205	50	90
85	325	50	335	70	125
120	375	120	600	120	165

- Chọn dây dẫn theo độ bền cơ học:

Để đảm bảo dây dẫn trong quá trình sử dụng không bị võng quá nhiều, hoặc bị đứt do trọng lượng bản thân hoặc gió gây ra, thì tiết diện dây dẫn tùy thuộc vật liệu làm dây phải đạt tới trị số nào đó. Việc xác định nội lực trong dây dẫn rất là phức tạp. Do đó tiêu chuẩn đã quy định tiết diện nhỏ nhất cho phép của dây dẫn, tùy theo vật liệu làm dây và cách đặt dây.

Dây dẫn sau khi đã tính toán theo yêu cầu về cường độ và độ sụt điện áp phải có tiết diện lớn hơn tiết diện nhỏ nhất cho phép. Đây là điều kiện an toàn, là tiêu chuẩn phải tuân theo.

**Bảng 6.14. Tiết diện nhỏ nhất cho phép của dây theo độ bền cơ học**

Đặc điểm dây và cách lắp đặt	[S <sub>min</sub> ] (mm <sup>2</sup> )	
	Đồng	Nhôm
Dây bọc dùng trong mạng chiếu sáng	0,5	-
- Trong nhà	1,0	-
- Ngoài trời	1,5	4
Dây bọc đến các máy lắp đặt trong nhà	1,0	2,5
Cáp và dây bọc đến các thiết bị cố định	2,5	4
Cáp và dây bọc đến các máy di động	2,5	4
Dây trần lắp đặt trong nhà	4,0	10
Dây trần lắp đặt ngoài trời	2,5	4
Dây bọc đến các máy ngoài trời	25	35
Đường dây trên không (từ đường dây cao thế tới máy biến áp)		

*Ghi chú:* Phần trên trình bày cách tính tiết diện dây nóng.

Tiết diện dây nguội lấy bằng  $\left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{2}\right)$  tiết diện dây nóng.

### 6.2.2.3. Tính toán lựa chọn máy biến áp phục vụ thi công

Khi tính được tổng công suất tiêu thụ điện của các phụ tải trên công trường (P<sup>l</sup>), để chọn máy biến áp ta phải tiến hành tính toán cụ thể như sau:



Công suất tính toán phản kháng mà nguồn điện phải cung cấp xác định theo công thức:

$$Q_t = P_t \cdot \text{tg}\varphi_{tb} \text{ (KVAr)} \quad (6.23)$$

Hệ số  $\cos\varphi_{tb}$  tính theo công thức sau:

$$\cos\varphi_{tb} = \frac{\sum P_i^t \times \cos\varphi_i}{\sum P_i^t} \quad (6.24)$$

trong đó  $\cos\varphi_i$  tra bảng.

Sau khi tính được công suất tiêu thụ và công suất phản kháng. Công suất biểu kiến phải cung cấp cho công trường là:

$$S_t = \sqrt{P_t^2 + Q_t^2} \text{ (KVA)} \quad (6.25)$$

Lựa chọn máy biến áp.

- Nếu TMBTC không lớn thì chỉ chọn một máy biến áp là đơn giản nhất;
- Máy biến áp phải chọn sao cho ở phụ tải định mức máy chỉ cần làm việc với công suất bằng 60% ÷ 80% công suất định mức của máy.

*Vi dụ 6.3:* Thiết kế cấp điện cho công trường xây dựng một ngôi nhà ở 5 tầng.

Nhu cầu dùng điện:

- |   |             |
|---|-------------|
| - Một cần trục tháp sức trục 5T                             | P = 36 KW;  |
| - Hai thang tải sức nâng 0,5T, công suất một máy            | P = 2,2 KW; |
| - Hai máy trộn bê tông 250 <sup>L</sup> , công suất một máy | P = 3,8 KW; |
| - Một máy trộn vữa 400 <sup>L</sup>                         | P = 4,5 KW; |
| - Một máy hàn   | P = 20 KW;  |
| - Hai máy đầm bê tông, mỗi máy có công suất                 | P = 1 KW.   |

Mạng điện cao thế 6 KV.

*Bước 1:* Tính công suất điện tiêu thụ trên công trường.

- Công suất điện tiêu thụ trực tiếp cho sản xuất:

$$P_1^t = \sum \frac{K_1 \cdot P_1}{\cos\varphi} = \frac{0,45 \times 20}{0,45} = 20 \text{ KW.}$$

- Công suất điện động lực (chạy máy):

$$P_2^t = \sum \frac{K_2 \cdot P_2}{\cos\varphi} = \frac{0,7(36 + 4,4 + 7,6 + 4,5 + 2)}{0,65} = 58,69 \text{ KW.}$$

- Công suất điện phục vụ sinh hoạt và chiếu sáng ở hiện trường, lấy theo kinh nghiệm:

$$P_3^t = 10\% (P_1^t + P_2^t) = 10\% (20 + 58,69) = 7,86 \text{ KW.}$$

Tổng công suất điện cần thiết tính toán cho công trường:

$$P^t = 1,1 (P_1^t + P_2^t + P_3^t) = 95,56 \text{ KW.}$$

*Bước 2:* Chọn máy biến áp.

Công suất phản kháng tính toán:

$$Q_t = Q_t = P_t \cdot \text{tg}\varphi_{tb} = 845 \text{ KW.}$$

Hệ số  $\cos\varphi$  trung bình được tính theo công thức:

$$\cos\varphi_{tb} = \frac{\sum P_i^t \times \cos\varphi_i}{\sum P_i^t} = \frac{22 \times 0,68 + 58,7 \times 0,65}{22 + 58,7} = 0,66.$$

Công suất biểu kiến tính toán:

$$S_t = \sqrt{P_t^2 + Q_t^2} = \sqrt{(97,56)^2 + (147,8)^2} = 177 \text{ KVA.}$$

Chọn máy biến áp ba pha làm nguội bằng dầu do Việt Nam sản xuất (BT: 180 - 6,6/0,4) có công suất định mức 180 KVA.

Vì công trường nhỏ, không có phụ tải loại I. Nên chọn một máy biến áp như trên là đủ.

*Bước 3:* Xác định vị trí máy biến áp và bố trí đường dây.

Mạng điện động lực được thiết kế theo mạch hở để tiết kiệm dây dẫn. Từ trạm biến áp dùng dây cáp để phân phối điện tới các phụ tải động lực, cần trục tháp, máy trộn vữa, thang tải... Mỗi phụ tải được cấp một bảng điện có cầu dao và role bảo vệ riêng.

Mạng điện phục vụ sinh hoạt cho các nhà làm việc và chiếu sáng được thiết kế theo mạch vòng kín và dây điện là dây bọc căng trên các cột gỗ.

*Bước 4:* Tính toán chọn dây dẫn

1) Tính và chọn đường dây cao thế.

Giả thiết chiều dài từ mạng điện quốc gia tới trạm biến áp công trường là 250m. Ta có mô men tải  $M = P \times L$ .

$$P = 97,56 \text{ kW;}$$

$$L = 250\text{m};$$

$$M = 97,56 \times 250 = 24.390 \text{ kW m} = 24 \text{ kW km.}$$

Chọn dây nhôm có tiết diện tối thiểu cho phép đối với đường dây cao thế là  $S_{\min} = 35 \text{ mm}^2$ , chọn dây A-35.

Tra Bảng 6.10 với hệ số  $\cos\varphi = 0,7$  được  $Z = 0,883$ .

Tính độ sụt điện áp cho phép:

$$\Delta U = \frac{M \times Z}{10 \times U^2 \cos\varphi} = \frac{24 \times 0,883}{10 \times 6^2 \times 0,7} = 0,08 \leq 10\%.$$

Như vậy dây chọn A-35 là đạt yêu cầu.

2) Chọn dây dẫn phân phối đến phụ tải.

a) Đường dây động lực giả thiết có  $L = 80\text{m}$

Điện áp 380/220.

Do đó:

- Tính theo yêu cầu về cường độ.

- Kiểm tra theo độ sụt điện áp.

- Kiểm tra theo độ bền cơ học:

$$I_t = \frac{P}{\sqrt{3} \times U_d \times \cos\varphi \times \eta} = \frac{95560}{1,73 \times 380 \times 0,68 \times 0,86} = 218 \text{ A.}$$

Chọn dây cáp loại có bốn lõi dây đồng.

Mỗi dây có  $S = 50 \text{ mm}^2$  và  $[I] = 335 \text{ A} > I_t$ .

- Kiểm tra theo độ sụt điện áp: Tra bảng có  $C = 83$ .

$$\Delta U\% = \frac{P \times L}{C \times S} = \frac{95,56 \times 80}{83 \times 50} = 1,88\% < [\Delta U] = 5\%.$$

- Kiểm tra theo độ bền cơ học đối với dây cáp  $S_{\min} = 4 \text{ mm}^2$ .

Như vậy dây chọn thoả mãn tất cả các điều kiện.

b) Đường dây sinh hoạt và chiếu sáng điện áp = 220V

Giả thiết chiều dài đường dây  $L = 240\text{m}$ .

Do đó theo kinh nghiệm nên:

- Kiểm tra theo độ sụt điện áp.

- Kiểm tra theo yêu cầu về cường độ.

- Kiểm tra theo độ bền cơ học.
- Tính theo độ sụt điện áp theo từng pha 220V:

$$S = \frac{P \times L}{C[\Delta U\%]}$$

với:

- P = 8 KW;
- L = 240m;
- C = 28 đối với dây đồng;
- $\Delta U = 5\%$ .

$$S = \frac{8 \times 240}{28 \times 5} = 15,36 \text{ mm}^2.$$

Chọn dây dẫn bằng đồng có tiết diện  $S = 16 \text{ mm}^2$ .

Có cường độ dòng điện cho phép là  $[I] = 150\text{A}$ .

- Kiểm tra theo yêu cầu về cường độ:

$$I_t = \frac{P_f}{U_f} = \frac{8.000}{220} = 36,36 \text{ A} < 75 \text{ A}.$$

- Kiểm tra theo độ bền cơ học.

Tiết diện nhỏ nhất của dây bọc đến các máy lắp đặt trong nhà, với dây đồng là  $1,5 \text{ mm}^2$ .

Do đó việc chọn dây đồng có tiết diện  $16 \text{ mm}^2$  là hợp lý.

### 6.2.3. Thiết kế hệ thống kho bãi chứa vật liệu

#### 6.2.3.1. Phân loại kho

a) Dựa theo hình thức và tính chất bảo quản nguyên vật liệu: phân ra các loại kho bãi sau

- Kho lộ thiên: chứa các loại vật liệu: cát, sỏi, gạch, đá...;
- Kho bán lộ thiên: chứa các loại vật liệu kết cấu gỗ thép tròn, thép tấm...;
- Kho kín: chứa các loại vật liệu: xi măng, vôi, thạch cao v.v...;
- Kho chuyên dùng: chứa chất lỏng, xăng, dầu...

b) Dựa theo vị trí đặt kho: phân ra các loại kho sau

- Kho trung chuyển: là loại kho đặt tại các địa điểm mà máy móc, thiết bị,... phải bốc dỡ để chuyển từ phương tiện vận chuyển này sang phương tiện vận chuyển khác. Hàng hóa chỉ lưu tại kho trong thời gian ngắn;

- Kho trung tâm: là loại kho được thiết lập ở những khi liên hợp xây dựng. Máy móc, thiết bị, vật liệu... được tập hợp ở đây trước khi chuyển đến các công trường trực thuộc;

Trong quá trình xây dựng chúng ta cần giảm những loại kho (a) (b) ở trên để giảm chi phí bốc dỡ, bảo quản và hao hụt.

- Kho công trường: được thiết lập tại các công trường là nơi cất chứa vật tư kỹ thuật để phân phối cho toàn công trường;

- Kho công trình: là loại kho được đặt ngay bên cạnh công trình xây dựng. Các kho này thường là bãi lộ thiên chứa đựng vật liệu: cát, sỏi, gạch... còn các vật tư kỹ thuật khác được kho công trường cung cấp;

- Kho thuộc các xưởng sản xuất gia công: là nơi chứa nguyên liệu, bảo quản thành phẩm và bán thành phẩm đã sản xuất ra.

### 6.2.3.2. Tính toán diện tích kho bãi

a) Xác định lượng vật tư cần dự trữ ( $Q_{dtr}$ ): phụ thuộc các yếu tố

- Lượng vật tư tiêu thụ hàng ngày theo từng loại, theo yêu cầu tiến độ  $q_i$ ;

- Điều kiện cung ứng và vận chuyển: nguồn, loại phương tiện vận chuyển, cự ly vận chuyển  $L_i$ ;

- Đặc điểm của từng loại vật tư và yêu cầu xử lý trước khi sử dụng (thí nghiệm vật liệu, khuếch đại kết cấu...).

Lượng vật tư bảo quản ở kho cần đảm bảo cho việc thi công được liên tục và không lớn quá, bao gồm các loại dự trữ: dự trữ thường xuyên, dự trữ vận tải, dự trữ bảo hiểm... được xác định như sau:

$$Q_{dtr} = q(t_1 + t_2 + t_3) = q \times t_{dtr} \quad (6.26)$$

với:  $q$  - lượng vật tư tiêu thụ lớn nhất trong ngày, xác định căn cứ vào biểu đồ sử dụng vật tư hàng ngày và lấy giá trị lớn nhất hoặc căn cứ vào tổng số lượng vật tư cần sử dụng và khoảng thời gian sử dụng nó:

$$q = \frac{Q \times k}{T}$$

với:

Q - tổng khối lượng vật tư sử dụng trong kỳ;

T - thời gian sử dụng loại vật tư đó;

$k = q_{\max} / q_{tb} = 1,2 \div 1,6$  - hệ số tính đến mức độ sử dụng không đều.

$t_1, t_2, t_3$  - thời gian dự trữ vật liệu thường xuyên, dự trữ vận tải, dự trữ bảo hiểm. Để đơn giản có thể lấy thời gian dự trữ chung  $t_{dtr} = t_1 + t_2 + t_3$  tra bảng.

Hoặc  $Q_{dtr}$  có thể lấy giá trị lớn nhất trên biểu đồ dự trữ vật tư.

*b) Xác định diện tích, kích thước kho bãi*

Diện tích kho bãi  $F_c$ , tức diện tích trực tiếp chứa vật liệu, được tính bằng công thức:

$$F_c = \frac{Q_{dtr}}{d}, (m^2) \quad (6.27)$$

với: d - lượng vật liệu định mức chứa trên  $1m^2$  diện tích kho bãi, tra bảng.

Diện tích kho bãi F, kể cả đường đi lại dành cho việc bốc xếp, tháo dỡ, phòng cháy... được tính như sau:

$$F = \alpha \times F_c, (m^2) \quad (6.28)$$

với:

$\alpha$  - hệ số sử dụng mặt bằng;

$\alpha = 1,5 \div 1,7$  đối với các kho tổng hợp;

$\alpha = 1,4 \div 1,6$  đối với các kho kín;

$\alpha = 1,1 \div 1,2$  với các bãi lộ thiên.

$\alpha = 1,2 \div 1,3$  đối với các bãi lộ thiên, chứa thặng, hũm, cầu kiện;

Sau khi tính được diện tích kho bãi, tùy điều kiện mặt bằng và cách thức xếp dỡ mà lựa chọn kích thước kho bãi cho phù hợp.

*\* Một số nguyên tắc chung cho việc thiết kế kết cấu kho bãi như sau:*

- Kết cấu kho bãi phải đơn giản, gọn nhẹ, dễ dựng lắp, có thể tái sử dụng, tháo ra di chuyển đến nơi khác hoặc thanh lý thu hồi được vật liệu;

- Kết cấu tận dụng nguyên vật liệu địa phương;

- Kết cấu kho bãi phải đảm bảo được chức năng bảo quản tốt các loại vật liệu, phòng chống cháy nổ và vệ sinh môi trường;

- Phải thiết kế theo các tiêu chuẩn xây dựng về xây dựng nhà tạm.

Kho bãi trên công trường là những công trình tạm phục vụ thi công, nên phải hạn chế số lượng kho đến mức tối thiểu, có thể tận dụng một phần những công trình đã xây dựng làm kho, để giảm chi phí về xây dựng tạm.

*\* Nguyên tắc chung cho việc thiết kế kho bãi là:*

- Kho bãi vật liệu trên công trường nên bố trí dọc bên đường giao thông, để tiện lợi cho việc vận chuyển, bốc, xếp vào kho và xuất kho;

- Kho bãi cần ở vị trí đã được hợp khối theo dây chuyền sản xuất với các xưởng để tiện cho việc quản lý và chủ động trong sản xuất;

- Nếu mặt bằng cho phép, nên bố trí tất cả các loại kho vào một khu vực để tiện quản lý.

#### **6.2.4. Thiết kế hệ thống nhà tạm phục vụ cho thi công**

- Các loại nhà tạm:

Có 2 loại chính:

+ Loại nhà sản xuất và nhà quản lý hành chính ví dụ nhà kho, xưởng gia công v.v... phòng ban chuyên môn, ban chỉ huy công trường;

+ Loại nhà phục vụ đời sống (ví dụ: nhà tập thể công nhân, y tế v.v...).

Theo quy định hiện hành chi phí nhà tạm chỉ được tính 1- 2% chi phí đầu tư xây dựng công trình.

##### **6.2.4.1. Xác định số lượng người làm việc và sinh hoạt trên công trường**

Người ta phân công cán bộ công nhân viên ở công trường ra thành các nhóm sau:

Nhóm A: công nhân xây lắp ở hiện trường;

Nhóm B: Công nhân làm việc ở các xưởng sản xuất;

Nhóm C: Cán bộ nhân viên kỹ thuật;

Nhóm D: Cán bộ nhân viên hành chính;

Nhóm E: Cán bộ công nhân viên phục vụ (nhà ăn, y tế, v.v...).

a) Nhóm A

- Căn cứ vào kế hoạch tiến độ chỉ đạo thi công xác định được số công nhân xây lắp tối đa tại công trường ( $A_{max}$ ).

- Nếu chưa có kế hoạch tiến độ có thể xác định số công nhân xây lắp theo công thức sau:

$$A = \frac{Q}{B_{bq}} \quad (6.29)$$

trong đó:

Q - khối lượng công tác xây lắp hàng năm tính theo giá trị (chọn năm có khối lượng lớn nhất);

$B_{bq}$  - năng suất lao động bình quân cả năm của một công nhân xây lắp tính theo giá trị.

b) Nhóm B: Được xác định theo công thức

$$B = m \frac{A}{100} \quad (6.30)$$

trong đó:

m - tỷ lệ %;

$m = 20 \div 30$  đối với các công trình dân dụng công nghiệp có thiết kế không phức tạp lắm.  $m = 50 \div 60\%$  đối với các công trình công nghiệp lớn kỹ thuật phức tạp.

c) Nhóm C: Xác định theo công thức

$$C = 4 \div 8\% (A + B) \quad (6.31)$$

d) Nhóm D

$$D = 5 \div 6\% (A + B) \quad (6.32)$$

e) Nhóm E

$$E = p \frac{A + B + C + D}{100} \quad (6.33)$$

trong đó:

p - số % công nhân viên phục vụ công cộng;

$p = 5 \div 10$  - khu vực lán trại nhỏ;



$p = 10 \div 15$  - khu vực lán trại trung bình;

$p = 15 \div 20$  - khu vực lán trại lớn.

Nếu lấy tỷ lệ người ốm đau trung bình là 2%, số người nghỉ phép 4% thì tổng số cán bộ công nhân viên trên công trường xác định bằng công thức:

$$G = 1,06 (A + C + B + D + E) \quad (6.34)$$

Nếu kể đến gia đình:

$$N = (1,5 \div 2,0) G \quad (6.35)$$

#### 6.2.4.2. Tính toán diện tích nhà tạm cần thiết phục vụ cho làm việc và sinh hoạt trên công trường

Biết được số người trên công trường, dựa vào các quy định của nhà nước về diện tích nhà ở, nhà làm việc... để tính ra nhu cầu khác phục vụ sinh hoạt và làm việc.

**Bảng 6.15. Một số tiêu chuẩn về diện tích nhà tạm**

Loại nhà	Chỉ tiêu	Tiêu chuẩn
- Nhà ở tập thể	m <sup>2</sup> /người	4,00
- Nhà ở cán bộ	m <sup>2</sup> /người	6,00
- Nhà làm việc cán bộ	m <sup>2</sup> /người	4,00
- Nhà ăn tập thể	chỗ/100người	40 ÷ 50

#### 6.2.4.3. Thiết kế kiểu dáng, vị trí nhà tạm trên mặt bằng

- Khu nhà hành chính và sinh hoạt trên công trường gồm các nhà làm việc, phòng họp, nhà ăn, y tế,... nên bố trí vào một khu vực hợp lý, không ảnh hưởng đến việc thi công và vận hành máy thiết bị xây dựng, đi lại dễ dàng, tiện giao dịch, thường là gần cổng ra vào và đối diện với khu sản xuất.

- Khu nhà ở và dịch vụ, bao gồm các nhà ở tập thể và gia đình, nhà trẻ, trạm xá nên xây dựng ở ngoài công trường với một cự ly gần, để có thể đi lại dễ dàng thuận tiện đến nơi làm việc. Vị trí của khu nhà ở nên kết hợp với việc quy hoạch tổng thể các khu dân cư ở địa phương và phù hợp với sự đô thị hóa. Nếu có thể thì nên biến nó thành một khu dân cư

phát triển lâu dài, tránh tình trạng xây dựng những khu lán trại tạm bợ gây nhiều lãng phí.

#### **6.2.4.4. Một số biện pháp giảm chi phí lán trại tạm trên mặt bằng**

- Cần tận dụng tối đa các ngôi nhà có sẵn, trong diện tích công trường, hoặc ở gần công trường, có thể dùng làm nhà tạm, nhằm hạn chế việc xây dựng các nhà tạm.

- Có kế hoạch xây dựng trước một vài hạng mục hoặc khai thác từng phần công trình đã xây dựng để làm nhà tạm, điều này vừa tiết kiệm diện tích đất cho xây dựng tạm vừa giảm giá thành xây nhà tạm.

- Thiết kế kết cấu nhà tạm ở dạng lắp ghép, nhà khung lợp tôn hoặc nhà tấm nhỏ, để có thể dễ dàng dựng lắp hoặc tháo dỡ khi cần di chuyển, hoặc tháo dỡ thu hồi một phần vật liệu, sử dụng được nhiều lần. Thiết kế kết cấu nhà có thể sử dụng tối đa nguồn vật liệu địa phương để giảm giá thành.

#### **6.2.5. Thiết kế hệ thống đường giao thông nội bộ phục vụ thi công**

##### **6.2.5.1. Tổ chức vận chuyển trên công trường**

Chi phí cho công tác vận chuyển và bốc xếp chiếm khoảng 20 - 30% giá thành công trình và hao phí lao động chiếm khoảng 40 - 50%. Do đó chúng ta cần có sự tổ chức vận chuyển hợp lý để tiết kiệm nhân công, hạ giá thành xây lắp và đảm bảo cho kế hoạch tiến độ thi công không bị phá vỡ.

Nội dung của công tác tổ chức vận chuyển gồm các vấn đề sau:

- Xác định tổng khối lượng hàng hóa phải vận chuyển đến công trường;
- Xác định lượng hàng lưu thông theo phương tiện vận chuyển, cự ly vận chuyển đến công trường;
- Lựa chọn phương thức vận chuyển;
- Tổ chức vận chuyển.

##### **a) Xác định tổng khối lượng hàng hóa phải vận chuyển đến công trường**

Trong tổng số khối lượng hàng hóa phải vận chuyển đến công trường, chủ yếu là khối lượng vật liệu xây dựng. Ta gọi là nhóm “Vật liệu xây dựng”. Khối lượng của nhóm này được ký hiệu là A (Tấn). Nhóm thứ hai: tạm gọi là nhóm “Các máy móc, thiết bị xây dựng”. Nhóm thứ hai có thể tính ước lượng theo kinh nghiệm, nếu kí hiệu là B thì:

$$B = (20 \div 30)\% A \text{ (tán).}$$

Nhóm hàng hóa thứ ba là nhóm “Hàng hóa phục vụ đời sống”.

Nhóm hàng hóa thứ tư: “Các thiết bị, máy móc phục vụ cho việc vận hành công trình (đặc biệt với các công trình công nghiệp) kí hiệu là C”.

Tổng khối lượng hàng cần vận chuyển đến công trường:

$$H = 1,1 (A + B + C) \text{ (Tán)} \quad (6.36)$$

*b) Xác định lượng hàng lưu thông theo phương tiện vận chuyển và cự ly vận chuyển*

Để xác định được lượng hàng hóa lưu thông hàng ngày trên từng tuyến đường, cần phải phân loại, tùy theo tính chất, đặc điểm của lượng hàng cần vận chuyển và phương thức vận chuyển:

- Phân loại theo phương thức và phương tiện chuyên chở;
- Phân loại theo đặc điểm của hàng hóa (hàng có bao bì như: xi măng, gạch ốp lát... hàng vật liệu rời như: cát, đá, sỏi, gạch xây... hàng công kênh: dàn thép...);
- Phân loại theo địa điểm nhận hàng.

*c) Lựa chọn phương thức vận chuyển*

Hiện nay có hai phương thức vận chuyển hàng đến công trường:

- Một là theo phương thức truyền thống, tức là công trường tự vận chuyển lấy hàng hóa như trong thời kỳ bao cấp. Khi này phải lựa chọn phương tiện vận chuyển và tổ chức vận chuyển;
- Hai là theo phương thức hợp đồng vận chuyển, chủ hàng sẽ giao hàng tại công trường, phương thức này đang tỏ ra có hiệu quả trong việc cạnh tranh.

#### ***6.2.5.2. Lựa chọn phương tiện vận chuyển và xác định nhu cầu phương tiện vận chuyển***

Khối lượng các loại nguyên vật liệu: sắt thép, cát sỏi, xi măng v.v... đã được xác định qua bản dự toán xây lắp. Thực tế không chỉ chuyên chở toàn bộ khối lượng vật liệu cấu kiện đó về công trường trong cùng một thời gian vì kho bãi không đủ sức chứa và dự trữ vật liệu càng lâu thì

hiệu quả kinh tế càng kém, do vậy cần xác định khối lượng vật liệu cầu kiện vận chuyển và vận chuyển cho hợp lý.

Dựa vào kế hoạch tiến độ thi công công trình vẽ biểu đồ tiêu dùng vật liệu, đường vận chuyển vật liệu và biểu đồ dự trữ vật liệu.

Tiến hành:

- Vẽ biểu đồ tiêu dùng vật liệu hàng ngày;
- Vẽ đường tiêu dùng vật liệu cộng dồn, đường vận chuyển vật liệu thay đổi theo cường độ tiêu dùng.

#### a) Lựa chọn phương tiện vận chuyển

Việc lựa chọn phương tiện phụ thuộc vào khả năng lưu thông và khả năng chuyên chở của đường.

Các loại đường vận chuyển trên bộ như: đường ô tô, đường sắt, đường goòng... thường được tổ chức theo 3 sơ đồ sau:

- Đường 1 chiều. Vd đường ô tô: mặt đường rộng tối thiểu 3,75m, lề đường  $2 \times 1,25m$ , tổng bề rộng nền đường 6,25m;
- Đường 1 chiều có chõ tránh tàu xe;
- Đường 2 chiều. Ví dụ đường ô tô: mặt đường rộng tối thiểu 6m (điều kiện khó khăn), 7m (điều kiện bình thường), lề đường  $\times 1,25m$ , tổng bề rộng nền đường 8,5m (hoặc 9,5m).

+ Đối với đường một chiều và hàng chõ một chiều, chu kỳ vận chuyển của một chuyến xe được xác định theo công thức:

$$t_{ck} = t_b + t_d + t_q \frac{2L}{V_{tb}} \quad (6.37)$$

trong đó:

- $t_b$  - thời gian bốc xếp hàng hoá lên xe;
- $t_d$  - thời gian bốc dỡ hàng hoá xuống xe;
- $t_q$  - thời gian quay xe;
- L - khoảng cách vận chuyển;
- $V_{tb}$  - tốc độ trung bình của xe.

+ Đối với đường 1 chiều và đường chõ 2 chiều chu kỳ vận chuyển của một chuyến xe là:

$$t_{ck} = t_b + t_d + t_q + \frac{L}{V_{tb}} \quad (6.38)$$

(Trường hợp này ít khi xảy ra).

Đối với đường 1 chiều có chỗ đợi tránh tàu xe, hàng chờ một chiều, chu kỳ vận chuyển của một chuyến xe là:

$$t_{ck} = t_b + t_d + t_q + t_d + \frac{2L}{V_{tb}} \quad (6.39)$$

trong đó:

$t_d$  - thời gian đứng đợi ở chỗ tránh tàu xe.

- Khả năng lưu thông của đường là số lượng xe hoặc một số đoàn tàu có thể lưu thông được trên đoạn đường đó trong một ngày đêm.

- Khả năng chuyên chở của đường là khối lượng hàng hóa có thể chuyên chở trên đoạn đường đó trong một ngày đêm. Muốn tính khả năng chuyên chở của đường thì phải tính toán lực kéo của xe hoặc đoàn tàu - (Máy xây dựng).

*b) Tính nhu cầu phương tiện vận chuyển*

• Đối với ô tô, máy kéo:

Số chuyến xe (m) đi và về trong một ngày đêm được xác định theo công thức:

$$m = \frac{T.K_1}{t_{ck}} \quad (6.40)$$

trong đó:

T - thời gian làm việc một ngày của xe;

$K_1$  - hệ số tận dụng thời gian một ngày của xe;

$K_1 = 0,85$ .

Số lượng cần thiết (n) .

$$n = \frac{Q}{q.k_2.k_3.m} = \frac{Q.t_{ck}}{q.t.k_1.k_2.k_3} \quad (6.41)$$

trong đó:

Qt - khối lượng hàng hóa yêu cầu chuyên chở trong một ngày đêm;

Q - trọng tải của xe;

$k_2$  - hệ số tận dụng trọng tải của xe  $k_2 = 0,90$ ;

$k_3$  - hệ số tận dụng hành trình  $k_3 = 0,80$ .

• Đối với đường sắt:

Số toa xe cần thiết được xác định theo công thức:

$$n_{tx} = \frac{Q \cdot t_{ck}}{24 \cdot q \cdot k_2} \quad (6.42)$$

trong đó:

Q - khối lượng hàng hóa cần chuyên chở trong một ngày đêm;

$t_{ck}$  - chu kỳ vận chuyển của một toa xe gồm thời gian bốc và dỡ hàng, chạy có tải và không tải....;

$K_2$  - hệ số sử dụng tải trọng của toa xe  $K_2 = 1,0$ .

Số lượng đầu máy được xác định theo công thức:

$$N_d = \frac{n_{tx} \cdot q \cdot K_2}{K_v} \quad (6.43)$$

trong đó:

$K_v$  - sức kéo của đầu máy.

### 6.2.5.3. Đường vận chuyển trên công trường

Là hệ thống giao thông trong công trường, đây là phần chính, yêu cầu có sự nghiên cứu và thiết kế hợp lý, vì bất kỳ công trường nào cũng phải có hệ thống đường nội bộ tạm thời trong công trường. Các nguyên tắc chung cần lưu ý như sau:

- Khi thiết kế hệ thống đường giao thông, cần tuân theo các chỉ dẫn, các quy chuẩn, tiêu chuẩn thiết kế của Bộ Giao thông Vận tải và Bộ Xây dựng;

- Để giảm giá thành xây dựng đường tạm, cần tận dụng tối đa hệ thống đường có sẵn, hoặc cải tạo nâng cấp những đoạn đường có sẵn, cho phù hợp với việc sử dụng của công trường, hoặc xây dựng một phần hệ thống đường sẽ xây dựng vĩnh cửu sau này, như thi công phần móng đường, nền đường để sử dụng tạm, bao giờ làm đường sẽ sửa chữa, gia cố lại và làm lớp mặt đường;

- Mạnh dạn áp dụng các bài toán của lý thuyết đô thị, bài toán mạng lưới đường ngắn nhất trong khi vạch tuyến và thiết kế hệ thống đường.

#### a) Đường ô tô

Ô tô là phương tiện giao thông vận tải cơ động nhất và phổ biến nhất ở các công trường xây dựng. Để giảm bớt chi phí xây dựng đường, người ta thường làm đường tạm trùng với đường vĩnh cửu.

Mặt đường ô tô tạm thời có những loại sau:

- *Mặt đường đất*: làm bằng cách cho máy ủi san phẳng rồi dùng đầm đầm lăn nặng 2 - 6 tấn lăn nhiều lần tạo thành lớp mặt đường rắn chắc;

- *Mặt đường đất cải thiện*: là rải trên mặt đường một lớp đất hỗn hợp gồm 6 - 14% đất thịt 70 - 75% cát còn lại là những hạt nhỏ khác đầm chặt để các thành phần đất liên kết với nhau tạo thành mặt đường rắn chắc;

- *Mặt đường đá dăm, sỏi hoặc xi*: phải rải làm 2, 3 lớp mỗi lớp phải đầm kỹ bằng đầm lăn;

- *Mặt đường đá hộc*: làm bằng các viên đá lớn xếp chặt trên nền cát hoặc sỏi (có sử dụng đầm lăn mặt đường);

- *Mặt đường lát bằng tấm BTCT đúc sẵn*: trước khi lát phải san phẳng nền đất và rải một lớp cát mỏng dày khoảng 2 - 3cm, dùng cần trục ô tô để cầu lát các tấm BTCT.

#### b) Đường sắt

Đường sắt phục vụ công trường có loại khổ rộng 1,4m, khổ hẹp (1,0m) và đường goòng (0,6m).

Hai bên nền đường phải có rãnh tiêu nước, mặt nền phải cong để dễ thoát nước. Trên mặt nền rải một lớp ba lát bằng đá dăm, sỏi, cát hạt to hoặc xi lô cao. Chiều rộng lớp balát phải lớn hơn chiều dài tà vẹt khoảng 20cm.

### 6.2.6. Bố trí máy móc, thiết bị xây dựng trên công trường

- Cần trục: cần trục tháp và cần trục tự hành;
- Thặng tải để vận chuyển vật liệu lên cao;
- Thang máy để vận chuyển người;
- Trạm, máy trộn vữa: vữa bê tông, vữa xây trát...

### 6.2.6.1. Cần trục xây dựng

Cần trục xây dựng thường được sử dụng để thi công lắp ghép hay vận chuyển vật liệu, thiết bị lên cao. Cần trục xây dựng có rất nhiều loại, mỗi loại lại có nhiều chủng loại khác nhau, tuy nhiên chúng đều có những nguyên tắc chung.

#### a) Cần trục tháp

Yêu cầu chung khi bố trí cần trục tháp và một số loại cần trục tháp hay sử dụng.

- Số lượng, vị trí đứng và di chuyển của cần trục (tùy theo cần trục cố định hay chạy trên ray) phải thuận lợi trong cấu lắp và vận chuyển, tận dụng được sức trục, có tầm với bao quát toàn công trình,...

- Vị trí đứng và di chuyển của cần trục phải đảm bảo an toàn cho cần trục, cho công trình, cho người thi công trên công trường, thuận tiện trong lắp dựng và tháo dỡ.

- Cần trục tháp chạy trên ray (Hình vẽ 6.8, 6.9):

Khoảng cách từ trọng tâm của cần trục tới trục biên của công trình:

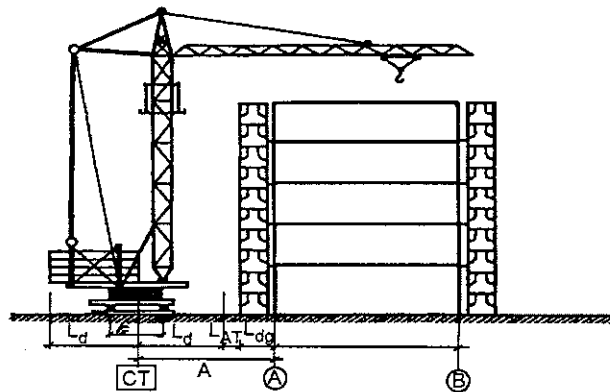
$$A = l_d + l_{AT} + l_{dg}, \text{ (m)} \quad (6.44)$$

với:

$l_d$  - chiều dài của đối trọng từ tâm quay tới mép biên ngoài của đối trọng;

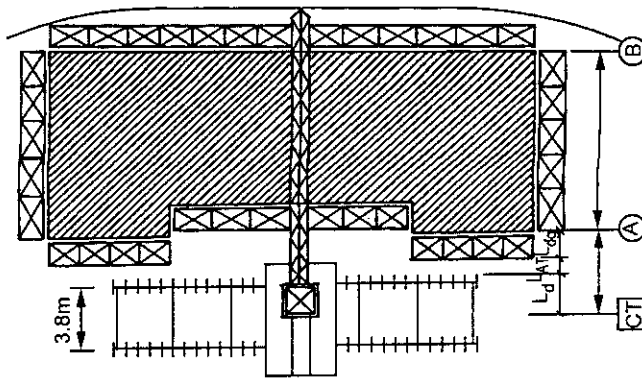
$l_{AT}$  - khoảng cách an toàn, lấy khoảng 1m;

$l_{dg}$  - chiều rộng của dàn giáo, cộng khoảng hở để thi công.



Hình 6.8. Bố trí cần trục tháp chạy trên ray có đối trọng ở dưới





**Hình 6.9.** Mặt bằng bố trí cần trục tháp chạy trên ray có đối trọng ở dưới

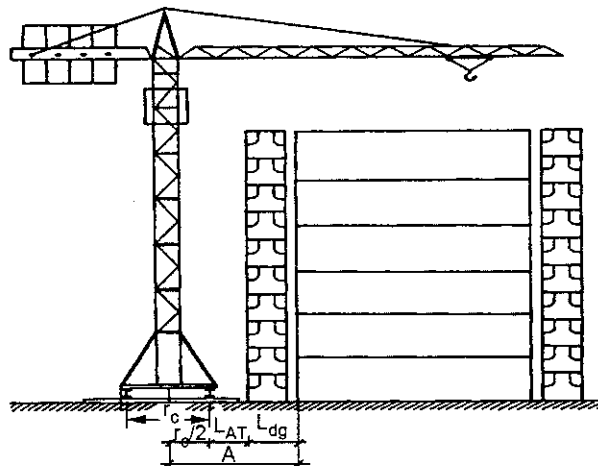
- Cần trục tháp cố định:

Thường có đối trọng ở trên cao, có 2 loại:

- Loại đứng cố định bằng chân đế (ở trên ray hoặc trên một nền đất đã được gia cố và đổ một lớp bê tông cốt thép hoặc lắp ghép các tấm bê tông cốt thép đúc sẵn), Hình vẽ 6.10 và 6.11. Khoảng cách từ trọng tâm cần trục tới mép ngoài công trình:

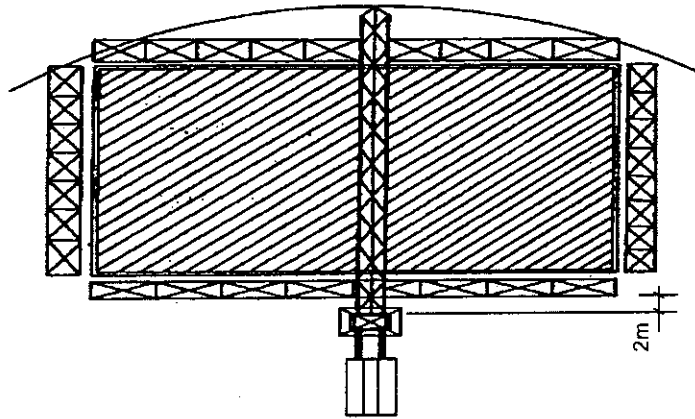
$$A = \frac{r_c}{2} + l_{AT} + l_{dg}, \quad (m) \quad (6.45)$$

với:  $r_c$  - chiều rộng của chân đế cần trục.



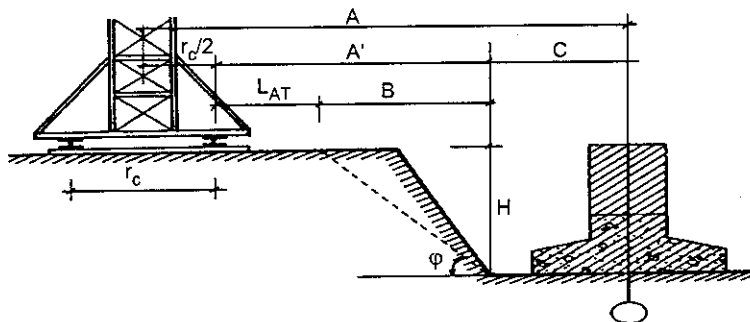
**Hình 6.10.** Cần trục tháp đứng cố định bằng chân đế có đối trọng ở trên cao

- Loại đứng cố định có chân tháp neo vào móng, là loại cần trục hiện đại, được sử dụng phổ biến nhất, tự nâng hạ được chiều cao thân tháp bằng kích thủy lực, chỉ quay tay cần còn thân tháp đứng nguyên. Khoảng cách giữa cần trục và vật cần gàn nhất được chỉ dẫn ở catalog của nhà sản xuất, Hình vẽ 6.11.



**Hình 6.11.** Cần trục tháp đứng cố định loại chân tháp neo vào móng

- Khi thi công phần ngầm có sử dụng cần trục tháp cần kiểm tra điều kiện an toàn cho hố móng A', Hình 6.12.



**Hình 6.12.** Vị trí cần trục tháp loại chạy trên ray khi thi công phần ngầm

$$A = A' + C + r_c/2 \quad (6.46)$$

với:

$$A' = l_{AT} + B = l_{AT} + H \cot \varphi;$$

C - khoảng cách từ trục định vị ngoài của công trình đến chân mái dốc;

$l_{AT}$  - khoảng cách an toàn tùy thuộc loại đất và cần trục lấy  $(1 \div 3)m$ ;

H - chiều sâu hố đào;

# - góc của mặt trượt tự nhiên của đất tính theo lý thuyết.

### b) Cần trục tự hành

Cần trục tự hành bánh xích hoặc bánh hơi, thường được sử dụng để lắp ghép nhà công nghiệp, thi công nhà dân dụng tới 5 tầng. Vị trí của cần trục được xác định theo phương pháp giải tích hoặc đồ họa trong phần thiết kế công nghệ xây dựng.

Trên TMBTC cần xác định đường di chuyển của cần trục để có cơ sở thiết kế các công trình tạm, bố trí vật liệu cấu kiện lên đó. Để tận dụng sức trục, nếu mặt bằng cho phép thường thiết kế cho cần trục chạy quanh công trình, ngược lại bố trí chạy một bên công trình.

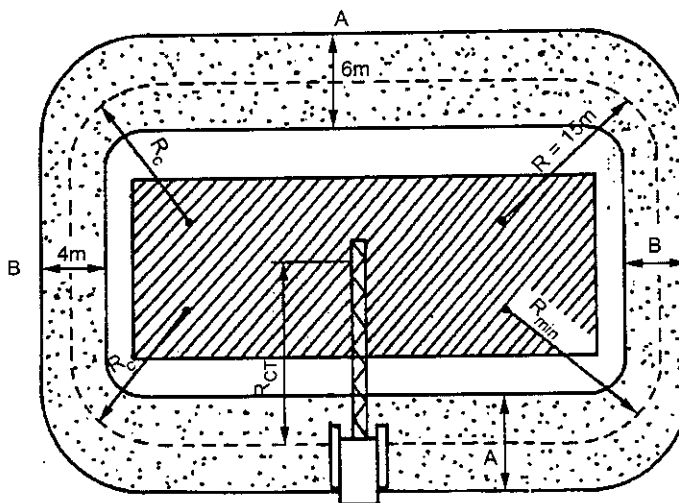
Ví dụ trường hợp cần trục chạy quanh công trình như Hình 6.13, trong đó:

A - đoạn đường cần trục di chuyển và cầu lắp;

B - đoạn đường chủ yếu chỉ để cần trục đi lại;

$R_c$  - bán kính cong tối thiểu ở chỗ vòng (có thể lấy theo đường ô tô là 15m);

$R_{CT}$  - bán kính làm việc của cần trục theo tính toán.



Hình 6.13. Đường đi của cần trục bánh xích trên TMBTC

### 6.2.6.2. *Thăng tải và thang máy*

Ở những công trường xây dựng nhà nhiều tầng, ngoài cần trục trong một số trường hợp cần thiết hoặc khi không sử dụng cần trục cần phải bố trí thang tải để vận chuyển các nguyên vật liệu có trọng lượng và kích thước không lớn mà nếu dùng cần trục thì sẽ không kinh tế. Khi số lượng công nhân khá nhiều và để việc đi lại trên các tầng được thuận lợi có thể bố trí thang máy dành riêng cho người.

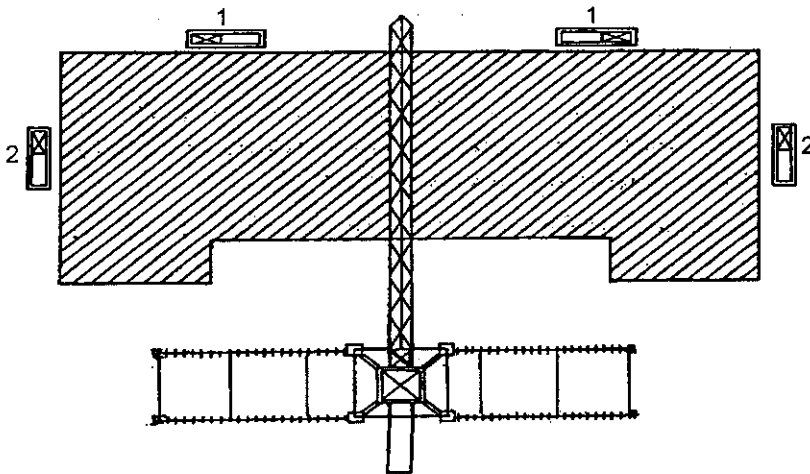
#### a) *Thăng tải (vận thăng, elevator)*

Khi không sử dụng cần trục, nếu chỉ bố trí một thang tải thì sẽ bố trí ở trung tâm công trình; nếu bố trí hai thang tải mà mặt bằng cho phép thì nên bố trí 1 ở mặt trước và 1 ở mặt sau, hoặc khi công trình kéo dài, nhiều đơn nguyên thì thang tải bố trí tại ranh giới các đơn nguyên, ở đầu hồi nhằm giảm khối lượng vận chuyển theo phương ngang.

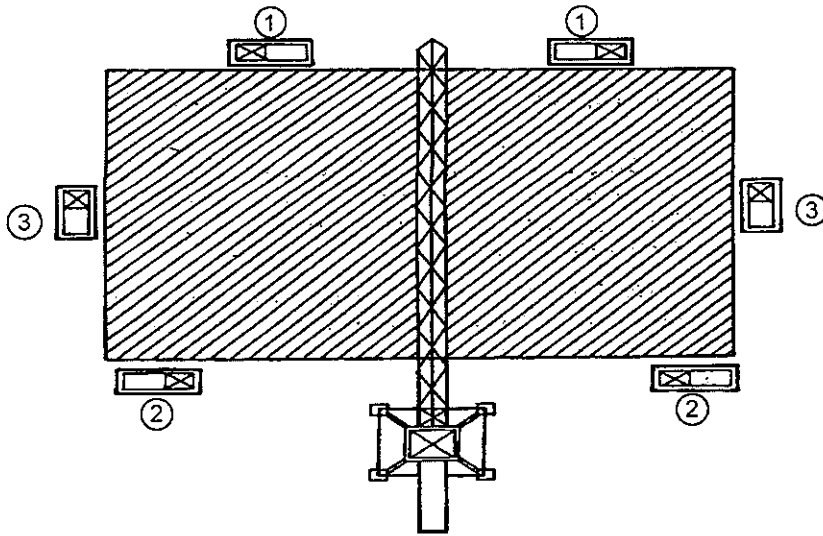
Ở công trình vừa có cần trục tháp vừa có thang tải thì:

- Nếu cần trục tháp di chuyển trên ray thì thang tải bố trí về phía đối diện không vướng đường di chuyển của cần trục;

- Nếu cần trục tháp cố định thì vẫn nên bố trí thang tải ở phía không có cần trục để dẫn mặt bằng cung cấp và an toàn, nhưng nếu mặt bằng chật hẹp thì có thể lắp thang tải cùng phía cần trục nhưng càng xa cần trục càng tốt (cần trục ở trung tâm, thang tải ở hai đầu hồi...).



*Hình 6.14. Bố trí thang tải khi có cần trục chạy trên ray*



**Hình 6.15.** Bố trí thăng tải khi có cần trục tháp đứng cố định

Lưu ý vị trí thăng tải phải thật sát công trình, bàn nâng chỉ cách mép công trình một khoảng rất nhỏ hơn nữa để thuận lợi cho việc neo giữ ổn định thăng tải vào công trình.

*b) Thang máy*

Về nguyên lý làm việc thang máy giống như thăng tải chỉ khác vài chi tiết cấu tạo đó là lồng thang máy có hệ thống lưới bảo vệ bao quanh và có cửa ra vào.

Vị trí thang máy được bố trí sau khi đã bố trí thăng tải, nên bố trí ngoài khu vực nguy hiểm (xa cần trục, thăng tải...), có thể ở góc công trình, dòng người di chuyển từ thang máy không giao cắt với đường ô tô... đảm bảo khả năng quan sát.

**6.2.6.3. Các loại máy trộn**

Sau cần trục và thăng tải, máy trộn được ưu tiên bố trí trên MBTC. Khi bố trí trạm trộn cung ứng cho toàn công trường (nhiều điểm tiêu thụ), vị trí tối ưu của nó được xác định sao cho tổng giá thành vận chuyển vừa đến các điểm tiêu thụ min. Hàm mục tiêu là:

$$G = \sum_{i=1}^n c \times Q_i \times L_i \rightarrow \min \quad (6.47)$$

với:

G - tổng giá thành vận chuyển từ trạm trộn đến các điểm tiêu thụ;

c - giá thành vận chuyển cho 1 tấn vữa/km;

$Q_i$  - khối lượng vữa cung ứng cho từng điểm tiêu thụ;

$L_i$  - khoảng cách từ điểm cung ứng đến từng điểm tiêu thụ.

Với những công trường có trạm trộn ngay cạnh công trình (hoặc công trình đơn vị) thì bố trí theo nguyên tắc máy trộn vữa càng gần nơi tiêu thụ càng tốt, đặc biệt là gần các phương tiện vận chuyển lên cao, lưu ý các vấn đề về an toàn.

### **6.2.7. Một số lưu ý khi bố trí mặt bằng thi công trong khu vực trật hẹp**

#### ***6.2.7.1. Đặc điểm về công trình xây dựng trong thành phố có mặt bằng trật hẹp***

- Đặc điểm về kiến trúc: chiều cao tầng lớn, trang thiết bị kiểu dáng kiến trúc hiện đại, thiếu những khu vực trồng cây xanh;

- Đặc điểm về kết cấu: các công trình hầu hết có chiều cao lớn nên chủ yếu là kết cấu thép và kết cấu bê tông cốt thép;

- Đặc điểm về nền móng: do yêu cầu sử dụng lớn nên hầu hết đều có tầng hầm, thường là móng sâu;

- Đặc điểm về vật liệu: đa dạng về vật liệu sử dụng như kính, tấm ốp, nhôm vách kính;

- Đặc điểm về thi công: việc bố trí thiết bị thi công, tổ chức mặt bằng kho bãi khó khăn; cung ứng điện, thoát nước rất phức tạp; giao thông đi lại hay bị ùn tắc;

- Các đặc điểm khác: các đặc điểm về yêu cầu phòng hòa, về trang thiết bị, về mặt bằng thi công.

#### ***6.2.7.2. Thực trạng công tác thiết kế tổng mặt bằng xây dựng các công trình xây dựng trong thành phố***

Khu đất xây dựng thường nằm trong các khu phố, thậm chí tại các khu phố cổ với đường thi công vận chuyển vật liệu phải qua các đường phố chật hẹp với mật độ dân cư đông đúc hay bị ùn tắc giao thông.

Khu đất xây dựng thường được tạo bởi quá trình giải phóng mặt bằng, có nhiều công trình ngầm như dây điện thoại, cống ngầm, dây cáp điện, các công trình nổi...

Một đặc trưng khác của mặt bằng thi công trong thành phố hiện nay là gần các công trình kiến trúc có niên hạn sử dụng lâu, dễ bị ảnh hưởng như lún, nứt...

#### **6.2.7.3. Một số yêu cầu thiết kế tổng mặt bằng xây dựng các công trình có mặt bằng thi công chật hẹp trong thành phố**

- Thiết kế tổng mặt bằng phải phù hợp với đặc điểm mặt bằng chật hẹp của các công trình xây dựng trong thành phố. Cần phải coi nó là tổng mặt bằng xây dựng động;

- Sử dụng mặt bằng khu đất xây dựng một cách tối đa và hiệu quả. Khai thác các mặt bằng xung quanh. Tạo mặt bằng trong công trình xây dựng;

- Sử dụng mặt bằng kho, bãi, nhà tạm, xưởng gia công thuê của các đơn vị trong khu vực gần với công trình đang thi công;

- Lập các cơ sở vệ tinh ngoài công trường hỗ trợ cho các phương án khác. Kết hợp với các hệ thống vận chuyển cơ động;

- Tận dụng cơ sở vật chất của thị trường cung ứng gần với dự án xây dựng để tối ưu công tác dự trữ và cung ứng vật tư.

### **6.3. CÁC BƯỚC CƠ BẢN THIẾT MẶT BẰNG THI CÔNG CÔNG TRÌNH ĐƠN VỊ**

Nguyên tắc chung khi thiết kế mặt bằng thi công công trình đơn vị:

- Những công trình tạm đã được thiết kế chung cho công trường thì phải phụ thuộc theo công trình chính;

- Thiết kế một cách tối thiểu, các công trình tạm cần thiết nhất phục vụ riêng cho công trình chính;

- Phải tuân thủ các quy trình, các tiêu chuẩn kỹ thuật như khi thiết kế công trường xây dựng.

Nội dung thiết kế bao gồm:

- Bố trí cần trục và máy móc thiết bị xây dựng;

- Bố trí kho bãi vật liệu cấu kiện;

- Bố trí các xưởng sản xuất và phụ trợ cần thiết;
- Bố trí các nhà tạm thời ở hiện trường, nhà làm việc và sinh hoạt;
- Mạng lưới kỹ thuật điện, nước;
- Hệ thống an toàn bảo vệ và vệ sinh môi trường.

Trình tự thiết kế bao gồm các bước sau:

*Bước 1:* Trên công trường đã được thiết kế, khoanh vùng diện tích công trình đơn vị sẽ xây dựng và các công trình tạm đã được thiết kế, trong một phạm vi đủ để thể hiện được sự độc lập của công trình và mối liên hệ với các công trình xung quanh.

*Bước 2:* Vẽ to mặt bằng công trình và diện tích đã khoanh vùng với tỉ lệ 1:100 hoặc 1:200 hoặc một tỉ lệ nào đó phù hợp. Trong đó xác định chính xác vị trí và kích thước công trình, đường và các công trình xung quanh có liên quan.

*Bước 3:* Bố trí cần trục, các máy móc thiết bị xây dựng.

- Vị trí cần trục tháp trên mặt bằng;
- Vị trí thang tải, thang máy, dàn giáo bên ngoài công trình;
- Vị trí các máy trộn bê tông, trộn vữa xây trát, kèm theo các bãi cát, đá, sỏi có bố trí diện tích để sàng cát và trộn đá sỏi...

*Bước 4:* Thiết kế các xưởng sản xuất và phụ trợ.

*Bước 5:* Thiết kế các loại nhà tạm.

*Bước 6:* Thiết kế mạng lưới cấp thoát nước.

*Bước 7:* Thiết kế mạng lưới cấp điện.

*Bước 8:* Hệ thống an toàn bảo vệ và vệ sinh môi trường.

## 6.4. PHƯƠNG PHÁP LẬP TỔNG MẶT BẰNG THI CÔNG NHIỀU CÔNG TRÌNH

### 6.4.1. Nội dung thiết kế

Đây là dạng tổng mặt bằng thi công tổng quát nhất, về phương tiện tổ chức nó đồng nhất các khái niệm của tổng mặt bằng thi công với một công trường xây dựng điển hình. Mục tiêu thiết kế cũng như nội dung thiết kế, là tổ chức tổng mặt bằng thi công được một công trường xây dựng độc lập để xây dựng được một công trình hoặc nhiều công trình.



Khái niệm về một công trường xây dựng độc lập trong một phạm vi trong khi nó có đầy đủ điều kiện đảm bảo cho việc xây dựng một dự án lớn, có sự tham gia của nhiều nhà thầu, nhiều đối tác xây dựng. Trong một phạm vi hẹp, nó được hiểu đó là công trường của một nhà thầu xây dựng, nhà thầu ở đây có thể là một tổng công ty, một công ty hoặc một xí nghiệp xây dựng.

Một công trường xây dựng điển hình bao gồm hai phần:

- Mặt bằng công trường phục vụ cho sản xuất xây dựng;
- Mặt bằng khu ở cho những người xây dựng.

Vì vậy ngoài việc nghiên cứu các vấn đề về kỹ thuật để xây dựng công trường, còn phải nghiên cứu thêm các vấn đề về quy hoạch, về xã hội, về kinh tế và môi trường, v.v...

Một công trường xây dựng điển hình, nội dung tổng quát bao gồm các vấn đề sau:

- Vị trí các công trình đã được quy hoạch xây dựng;
- Vị trí các cần trục, máy móc, thiết bị xây dựng;
- Hệ thống giao thông trên công trường;
- Hệ thống kho bãi trên công trường;
- Các xưởng sản xuất và phục vụ xây dựng;
- Các cơ sở khai thác, sản xuất và cung ứng vật tư;
- Nhà tạm trên trường: nhà làm việc và nhà ở;
- Các mạng lưới kỹ thuật: cung cấp điện, nước, viễn thông;
- Mạng lưới thoát nước cho công trường;
- Hệ thống an toàn bảo vệ công trường;
- Vệ sinh xây dựng và vệ sinh môi trường.

Với những công trường xây dựng lớn, thời gian xây dựng kéo dài nhiều năm, cần phải thiết kế tổng mặt bằng thi công cho từng giai đoạn thi công.

Có thể chia thành ba giai đoạn để thiết kế tổng mặt bằng thi công:

\* *Giai đoạn thi công phần đất và nền móng*: còn gọi là giai đoạn thi công các công trình dưới cốt  $\pm 0,00$  các công việc chính như sau:

- Thi công cọc: khoan nhồi, đóng cọc hoặc ép cọc, v.v...;
- Thi công đất: đào đất hố móng, đào đất các công trình ngầm như bể nước ngầm, bể phốt hoặc tầng hầm...;
- Công tác xây dựng phần ngầm: đổ bê tông, xây gạch, lắp thiết bị...

Trên mặt bằng cũng cần xác định rõ, khu vực tập kết đất đào giữ lại để lấp móng sau này, khu vực cấm, để các máy móc làm việc an toàn, biện pháp thoát nước khi bị mưa bão, hoặc nước ngầm...

*\* Giai đoạn thi công phần thân và mái:*

Với những công trình lớn và phức tạp, cần phải thiết kế cho giai đoạn này, chủ yếu là việc rút dần cần trục, máy móc thiết kế bị xây dựng và các công trình tạm như kho bãi, xưởng sản xuất.

*\* Giai đoạn thi công phần hoàn thiện:*

Giai đoạn thi công hoàn thiện bao gồm các công tác: trát tường, láng sàn, ốp lát gạch, sơn bả tường, lắp đặt hệ thống kỹ thuật điện, cấp thoát nước, điện thoại, thông tin liên lạc, chống sét,... Do khối lượng công việc, khối lượng vật tư, nhân công khác so với giai đoạn thi công trước nên mặt bằng thi công cũng cần bố trí sao cho phù hợp với các yếu tố nêu trên.

#### **6.4.2. Trình tự thiết kế**

Sau khi nghiên cứu các bản vẽ, các tài liệu, cần phải đi thực tế xuống hiện trường, để có cái nhìn bao quát, toàn bộ vị trí công trường trong bản đồ chung của khu vực làm cơ sở cho việc thiết kế sau này.

Trình tự thiết kế nên theo hai giai đoạn

- Giai đoạn 1: Thiết kế tổng mặt bằng xây dựng chung

Giai đoạn này chủ yếu xác định vị trí các công trình tạm như cần trục, máy móc thiết bị xây dựng, kho bãi, nhà tạm, hệ thống giao thông, cấp nước, cấp điện, thoát nước, thông tin liên lạc...

*Bước 1:* Trên một bản đồ hoặc bản vẽ có lưới trắc địa đã ghi đầy đủ cao độ và đường đồng mức, trước hết vẽ chu vi mặt bằng các công trình đã được quy hoạch xây dựng và các công trình có sẵn, (như đường giao thông, các khu nhà, nguồn cung cấp nước, điện...).

Sau bước này đã hình thành bộ mặt công trường ở dạng ban đầu, với những vị trí và diện tích không thể thay đổi và điều này sẽ là cơ sở cho việc thiết kế các công trình tạm sau này.

*Bước 2:* Bố trí các cần trục, máy móc, thiết bị xây dựng. Vì những thiết bị này đã được thiết kế trong bản vẽ công nghệ xây dựng. Nói chung có thể lấy vị trí, kích thước của cần trục, thiết bị xây dựng từ các bản vẽ công nghệ trước đó.

*Bước 3:* Thiết kế mạng lưới giao thông trên công trường. Trên nền của những vị trí cần đường giao thông đã được xác định: trạm trộn vữa, thùng tải...

*Bước 4:* Bố trí kho bãi sau khi có hệ thống đường hoặc có thể làm trước quy hoạch đường, trên cơ sở những máy móc, thiết bị xây dựng được xác định.

*Bước 5:* Bố trí các xưởng sản xuất và phụ trợ sao cho tổng lượng vận chuyển là ít nhất.

*Bước 6:* Thiết kế nhà tạm.

- Nhà làm việc ưu tiên thiết kế trước ở những vị trí phù hợp, thường là gần cổng ra vào của công trường để tiện liên hệ.

- Khu nhà ở cho người xây dựng có thể thiết kế trong hàng rào công trường hoặc ở ngoài công trường.

*Bước 7:* Thiết kế hệ thống an toàn - bảo vệ - vệ sinh xây dựng và vệ sinh môi trường.

- Vệ sinh xây dựng và vệ sinh môi trường, bãi tập kết chất thải rắn, lưới chắn bụi rác.

- An toàn lao động: Biển báo, đèn tín hiệu cho cần trục, xe máy, lưới chắn rác...

- Bảng giới thiệu công trình - công trường - giấy phép xây dựng.

*Bước 8:* Thiết kế mạng lưới cung cấp nước và thoát nước.

*Bước 9:* Thiết kế mạng lưới cấp điện, viễn thông.

*Bước 10:* Những công trình tạm ở ngoài công trường

Sau khi thiết kế xong tổng mặt bằng công trường, những công trình như: các trạm khai thác cát, đá, sỏi, lò gạch... khu ở của những người xây dựng,

nếu được thiết kế ở ngoài hàng rào công trường, sẽ được thiết kế sau cùng và được thể hiện ở bản vẽ riêng.

- Giai đoạn 2: Thiết kế chi tiết

Để có thể thi công được các công trình tạm ở công trường, cần phải thiết kế chi tiết với đầy đủ cấu tạo, kích thước và các ghi chú cần thiết, cần tách riêng từng công trình tạm, hoặc một vài công trình tạm có liên quan, để thiết kế chúng trên một bản vẽ.

Tùy theo yêu cầu và đặc điểm của từng công trường cũng như kinh nghiệm của người thiết kế mà các tổng mặt bằng thi công riêng có thể khác nhau.

Thông thường nên thiết kế các công trình tạm đi theo các nhóm sau:

(1) Nhóm cần trục, máy móc, thiết bị xây dựng + kho bãi vật liệu + đường giao thông.

(2) Nhóm các xưởng sản xuất và phụ trợ hay còn gọi là nhóm các dịch vụ xây dựng. Đây là các công trình tạm, sản xuất ra các bán thành phẩm hoặc cung cấp các dịch vụ xây dựng cho công trường, chúng có mối quan hệ về mặt công nghệ, và an toàn cho sản xuất.

(3) Nhóm các nhà tạm.

Nhà tạm được chia ra làm hai loại:

- Loại nhà hành chính hay còn gọi là nhà làm việc, được thiết kế trên mặt bằng công trường hoặc gần công trường;

- Loại nhà ở và phục vụ sinh hoạt: nếu khu nhà ở bố trí trong công trường, thì thể hiện trên cùng một bản vẽ. Nếu khu nhà ở được quy hoạch riêng, tách ra khỏi công trường ở một vị trí phù hợp thì được thể hiện trên một bản vẽ riêng.

Trên tổng mặt bằng thi công riêng này vẫn cần thể hiện mạng lưới đường trong công trường để thể hiện rõ mối quan hệ chung và để xác định vị trí.

(4) Nhóm mạng lưới cấp nước và thoát nước, riêng về thoát nước, có thể thiết kế trên hệ thống tổng mặt bằng thi công an toàn - bảo vệ - vệ sinh môi trường. Tuy nhiên đi với mạng lưới cấp nước cũng hợp lý.

(5) Nhóm hệ thống kỹ thuật điện:

- Mạng lưới cung cấp điện cho công trường.

(6) Nhóm hệ thống an toàn - bảo vệ - vệ sinh xây dựng và vệ sinh môi trường.

Ở những công trường lớn người chủ trì thiết kế là kỹ sư xây dựng, ở giai đoạn 1, người chủ trì thiết kế có thể tham khảo các chuyên gia ở các chuyên ngành khác như: giao thông, vật liệu, điện, nước... để thiết kế được chung tổng mặt bằng thi công.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Giáo trình Tổ chức thi công - Bộ Xây dựng.
2. Nguyễn Văn Chơn. “*Tổ chức sản xuất xây dựng*”. Nhà xuất bản Xây dựng, Năm 1988.
3. Nguyễn Đình Hiên. “*Tổ chức thi công*”. Nhà xuất bản Xây dựng, Năm 2005.
4. Lê Kiều. “*Tổ chức sản xuất xây dựng*”. Nhà xuất bản Xây dựng, Năm 2005.
5. Lê Văn Kiểm. “*Thiết kế tổ chức thi công*”. Nhà xuất bản Xây dựng, Năm 2011.
6. *Tiêu chuẩn quốc gia, TCVN 4055:2012, Tổ chức thi công.*
7. Lê Hồng Thái. “*Tổ chức thi công xây dựng*”. Nhà xuất bản Xây dựng, Năm 2010.
8. Trịnh Quốc Thắng. “*Thiết kế tổng mặt bằng xây dựng*”. Nhà xuất bản Xây dựng, Năm 2000.
9. Nguyễn Huy Thanh. “*Tổ chức xây dựng công trình*”. Nhà xuất bản Xây dựng, 160t, Năm 2010.
10. Ngô Quang Trường. “*Lý thuyết và hỏi đáp về tổ chức và lập tiến độ thi công*”. Nhà xuất bản Xây dựng, Năm 2008.
11. Nguyễn Duy Thiện. “*Tổ chức công trường xây dựng*”. Nhà xuất bản Xây dựng, Năm 2011.
12. Trịnh Quang Vinh. “*Tối ưu hóa dự trữ vật tư trong thiết kế tổng mặt bằng xây dựng*”.
13. А.А. Гусаков, Организационно - технологическая надежность строительства, 471с, 1994г.
14. В.М. Серов, Организация и управление в строительстве, 427с, 2008г.

# MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
<b>Lời nói đầu</b>	3
<b>Danh mục các từ ngữ viết tắt</b>	5
<b>Chương 1. Những khái niệm cơ bản về tổ chức thi công</b>	
1.1. Đặc điểm của sản xuất trong ngành xây dựng	7
1.2. Các bước thiết kế, phân loại thiết kế trong xây dựng cơ bản	8
1.3. Thiết kế công trình dân dụng và công nghiệp	14
1.4. Thiết kế tổ chức thi công	17
1.5. Các phương pháp tổ chức thi công	25
1.6. Hồ sơ của thiết kế tổ chức thi công	29
1.7. Mô hình thông tin công trình - BIM	29
<b>Chương 2. Nguyên tắc chung khi lập tiến độ thi công</b>	
2.1. Mục đích và ý nghĩa của tiến độ thi công công trình	34
2.2. Cơ sở lập kế hoạch tiến độ	35
2.3. Các phương pháp lập tiến độ thi công	36
2.4. Trình tự, nội dung và các bước lập tiến độ thi công	43
<b>Chương 3. Tổ chức thi công theo phương pháp dây chuyền</b>	
3.1. Thi công dây chuyền	57
3.2. Các tham số của thi công dây chuyền	57
3.3. Tính toán dây chuyền	62
<b>Chương 4. Lập tiến độ thi công theo phương pháp sơ đồ ngang</b>	
4.1. Nội dung và yêu cầu của bảng tiến độ thi công	83
4.2. Hệ trục thời gian	85

4.3. Phương pháp vạch tiến độ thi công	85
4.4. Biểu đồ nhân lực	103
4.5. Tiến độ thi công nhiều công trình	104
4.6. Ưu, nhược điểm của tiến độ thi công theo phương pháp sơ đồ ngang	105
4.7. Phần mềm lập tiến độ thi công công trình đơn vị	106
<b>Chương 5. Lập kế hoạch tiến độ theo sơ đồ mạng lưới</b>	
5.1. Lập tiến độ theo phương pháp CPM	110
5.2. Lập tiến độ bằng phương pháp sơ đồ mạng PERT	125
5.3. Sơ đồ mạng nút	131
<b>Chương 6. Thiết kế mặt bằng thi công</b>	
6.1. Khái niệm chung về mặt bằng thi công	147
6.2. Nội dung thiết kế tổng mặt bằng thi công	153
6.3. Các bước cơ bản thiết mặt bằng thi công công trình đơn vị	201
6.4. Phương pháp lập tổng mặt bằng thi công nhiều công trình	202
<b>Tài liệu tham khảo</b>	208



# GIÁO TRÌNH TỔ CHỨC THI CÔNG XÂY DỰNG

*Chịu trách nhiệm xuất bản:*

Giám đốc – Tổng biên tập

**TRỊNH XUÂN SƠN**

*Biên tập:* LÊ HỒNG THÁI

*Chế bản điện tử:* ĐẶNG HUYỀN TRANG

*Sửa bản in:* LÊ HỒNG THÁI

*Trình bày bìa:* VŨ THỊ BÌNH MINH

---

In 300 cuốn khổ 17x24cm, tại xưởng in Nhà xuất bản Xây dựng số 10 Hoa Lư - Hà Nội.  
Số xác nhận đăng ký xuất bản: 1671-2017/CXBIPH/03-77/XD ngày 25 tháng 5 năm 2017. ISBN: 978-604-82-2175-1. Quyết định xuất bản số 151-2017/QĐ-XBXD ngày 14 tháng 8 năm 2017. In xong nộp lưu chiểu tháng 9 năm 2017.

