

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP
KHOA XÂY DỰNG VÀ MÔI TRƯỜNG
BỘ MÔN KIẾN TRÚC

Bài giảng

THIẾT KẾ THI CÔNG
CÔNG TRÌNH

THÁI NGUYÊN, 2024

Bài 1

Khái quát môn học thiết kế thi công công trình

1.1. Khái niệm chung

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

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

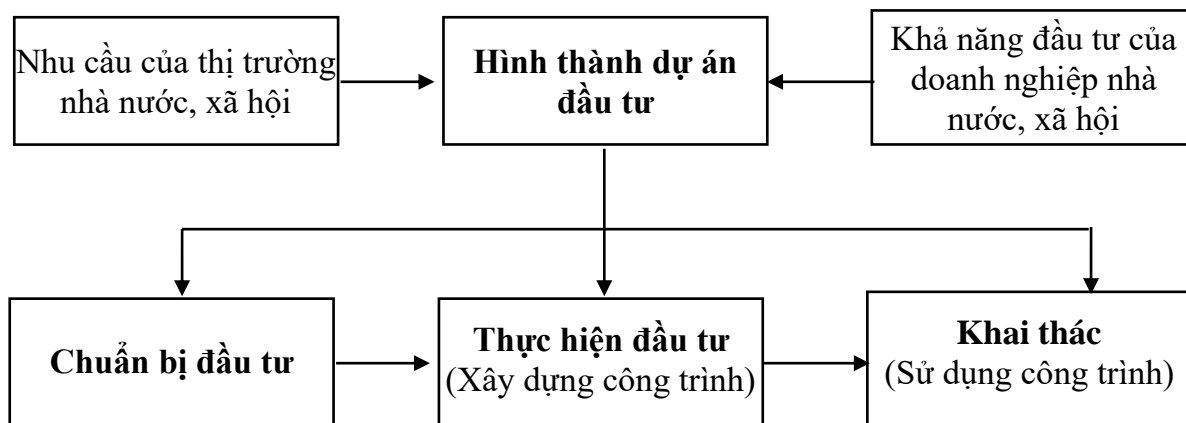
Để đáp ứng các yêu cầu đó, nội dung môn học tổ chức thi công bao gồm các vấn đề sau:

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

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

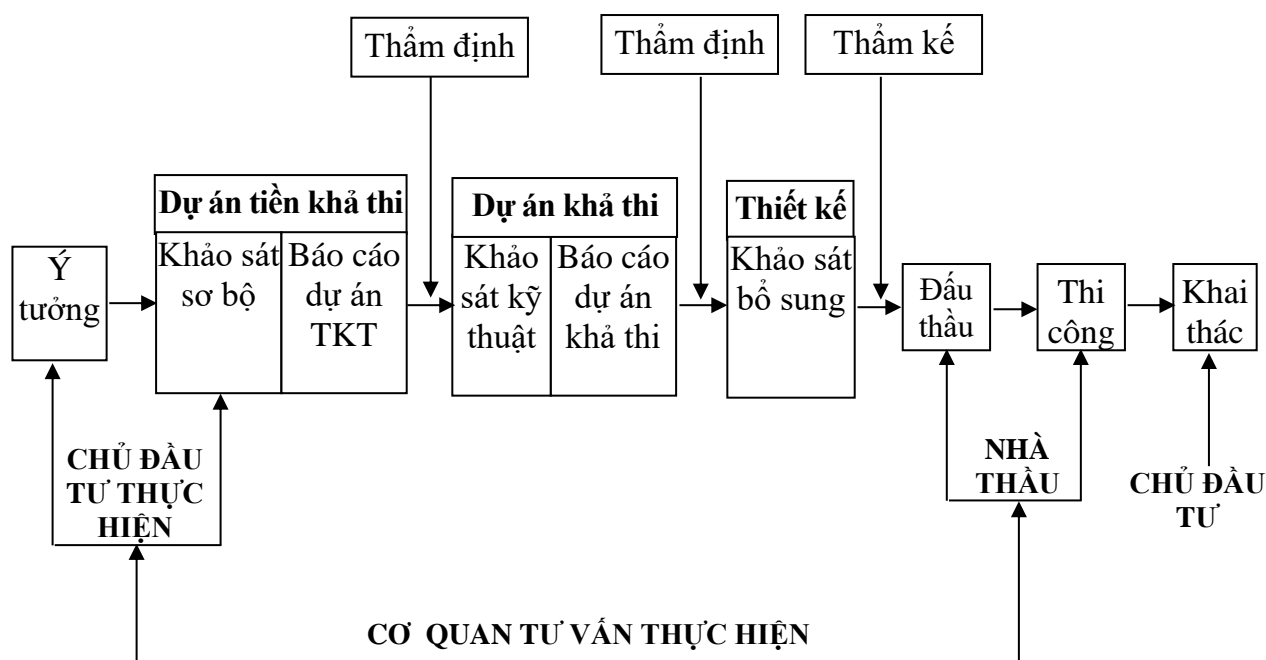
1.2. Các bước thiết kế, phân loại thiết kế trong xây dựng cơ bản

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



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

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



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

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

trình nghị sự. Đây là tiền đề cho các bước tiếp theo.

1.2.1. Thăm dò và lập dự án tiền khả thi

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

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

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

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

1.2.2. Lập dự án khả thi

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

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

Trong khảo sát chia ra làm hai loại kinh tế và kỹ thuật. **Khảo sát về kinh tế** thường được thực hiện trước, nó cung cấp số liệu làm cơ sở xác định vị trí cùng với nguồn nguyên liệu, mạng lưới kỹ thuật

hạ tầng cơ sở (giao thông, năng lượng) nguồn nước, dân cư, phong tục, văn hóa, môi trường thiên nhiên, nhân lực...

Đối tượng của **khảo sát kỹ thuật** là điều kiện thiên nhiên trong khu vực triển khai dự án, mục đích để triển khai dự án có lợi nhất. Kết quả khảo sát kỹ thuật giúp lựa chọn mặt bằng xây dựng, quy hoạch nhà cửa, công trình, những giải pháp kỹ thuật cần triển khai.

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

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

- Làm rõ điều kiện kinh tế khu vực xây dựng với sự quan tâm cho hoạt động của công trình, 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 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 nhưng yếu tố ảnh hưởng đến giá thành công trình, thời hạn có thể hoàn thành xây dựng từng phần và toàn bộ cũng như kế hoạch đưa công trình vào khai thác.

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

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

Báo cáo kinh tế kỹ thuật của dự án khả thi được thực hiện bởi cơ quan tư vấn thiết kế dựa trên những báo cáo khảo sát kinh tế - kỹ thuật. Báo cáo phải đưa ra lời giải của bài toán đặt ra ít nhất có

hai phương án. Trong đó chứng minh tính hiệu quả kinh tế của lời giải bao gồm những phần chính sau:

1. Công suất của công trình.
2. Giá trị, hiệu quả kinh tế, thời hạn thu hồi vốn đầu tư cơ bản của công trình.
3. Thời gian đạt công suất thiết kế và các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật thiết kế.
4. Mức độ cơ giới hoá, tự động hóa các quá trình sản xuất, trình độ công nghệ so với trong nước và thế giới. Trình độ tiêu chuẩn hoá, thống nhất hóa các chi tiết trong sản phẩm làm ra. Hệ thống quản lý chất lượng áp dụng.
5. Hệ số xây dựng (sử dụng mặt bằng) so với tiêu chuẩn quy định.
6. Thay đổi môi trường sinh thái (cây cối, dòng chảy, giá đất đai) do công trình mang lại.
7. Ảnh hưởng đến đời sống xã hội của nhân viên và gia đình công nhân, cán bộ trong quá trình xây dựng và khai thác công trình.

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

- Thuyết minh trình bày tóm tắt nội dung các phương án đưa ra để lựa chọn, so sánh các phương án đó, tính toán khái quát những quyết định trong phương án, trình bày biện pháp an toàn lao động và tính toán các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật, trong đó giải thích và cách xác định các chỉ tiêu đó.
- Tổng mặt bằng thể hiện đầy đủ mối liên hệ giữa các toà nhà, các công trình xây dựng.
- Các bản vẽ công nghệ, giao thông nội bộ, giải pháp kiến trúc, kết cấu, hệ thống thiết bị và các giải pháp thiết kế khác có liên quan.
- Danh mục các loại máy móc, thiết bị của các hạng mục công trình.
- Ước tính mức đầu tư xây dựng công trình (khái toán).
- Ước tính giá mua sắm thiết bị, máy móc theo giá khảo sát.
- Tổng mức đầu tư của dự án (tổng khái toán)
- Bảng thống kê các loại công tác xây lắp chính.
- Thiết kế tổ chức (hoặc thi công) xây dựng với tổng tiến độ (thể hiện bằng biểu đồ ngang hoặc mạng).
- Các giải pháp kỹ thuật chống ô nhiễm môi trường hay thay đổi cảnh quan...

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

1.3. Thiết kế công trình xây dựng dân dụng & công nghiệp

Bao gồm hai phần chính: *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 giai đoạn trước để hoàn thiện và cụ thể hoá giải pháp lựa chọn.

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

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

1.3.1. Nguyên tắc thiết kế công trình xây dựng.

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

- *Thiết kế đồng bộ công trình xây dựng*, nghĩa là song song với thiết kế công nghệ cần tiến hành thiết kế kiến trúc, kết cấu xây dựng công trình. Như vậy sẽ bảo đảm sự ăn khớp giữa các phần thiết kế để có thể đặt mua sắm thiết bị máy móc kịp thời. để đảm bảo tính khả thi khi thiết kế đã phải hình thành các biện pháp xây dựng công trình (thứ tự, phương tiện, thời gian thi công). Vì mục đích đó trong thiết kế phải có thiết kế tổ chức (hoặc thi công) xây dựng đi kèm với thiết kế công nghệ, kiến trúc và kết cấu để đảm bảo tính khả thi của nó.

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

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

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

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

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

1.3.2. Thiết kế kỹ thuật (TKKT).

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

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

- Thuyết minh trình bày cách tính toán, khái quát những giải pháp thiết kế của toàn bộ công trình.
- Các bản vẽ công nghệ, dây chuyền sản xuất, giải pháp kiến trúc (mặt bằng, cắt, đứng) giải pháp

kết cấu, giải pháp trang thiết bị...mà công nghệ thi công sẽ áp dụng.

- Dự toán sơ bộ giá thành công trình.
- Thiết kế kỹ thuật phải được thẩm định và phê duyệt ở cấp có thẩm quyền thuộc nhà nước hoặc chủ đầu tư.

1.3.3. Thiết kế thi công (TKTC)

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

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

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

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

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

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

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

1.4. Thiết kế tổ chức xây dựng

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

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

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

kế.

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

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

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

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

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

- Bảo đảm sản xuất quanh năm, như vậy sẽ khai thác hết năng lực thiết bị, bảo đảm công ăn việc làm cho cán bộ công nhân, tạo sự phát triển ổn định cho đơn vị xây lắp trong thời gian dài.

- Sử dụng cơ giới hóa đồng bộ và tự động hoá trong các quá trình xây lắp. Chọn những máy móc, cơ giới có công suất mạnh và giá thành hạ, sử dụng hết công suất và hệ số thời gian cao.

- Sử dụng các kết cấu lắp ghép và cấu kiện sản xuất tại nhà máy để rút ngắn thời gian thi công, giảm phụ phí (cốp pha, hao hụt vật liệu..).

- Giảm xây dựng lán trại, nhà tạm. Tăng cường sử dụng những loại nhà tháo lắp, di động, sử dụng nhiều lần vào mục đích tạm trên công trường để giảm giá thành công trình.

- Thực hiện pháp lệnh phòng hộ lao động, kỹ thuật an toàn lao động cũng như pháp lệnh phòng chống cháy nổ tại công trường.

- Áp dụng các định mức tiên tiến trong lập kế hoạch, tổ chức, chỉ đạo xây dựng với việc sử dụng sơ đồ mạng và máy tính.

- Thực hiện chế độ khoán sản phẩm trong quản lý lao động tiền lương cho cán bộ công nhân đi đôi với áp dụng hệ thống quản lý chất lượng để tăng tính chủ động, trách nhiệm của các cá nhân cũng như tập thể với công việc.

- Bảo đảm thời hạn xây dựng công trình theo pháp lệnh (hợp đồng ký kết).

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

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

Những nhiệm vụ cần giải quyết trong TKTCXD:

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

Hồ sơ của TKTCXD bao gồm những tài liệu sau:

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

duyet. 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 giải pháp mặt bằng, kết cấu, công nghệ của công trình.

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

- Tổng tiến độ (dạng mạng).
- Tổng mặt bằng.
- Biểu đồ nhân lực và sử dụng máy móc.
- Bảng tính dự toán.
- Thuyết minh.

1.4.3 Thiết kế tổ chức thi công (TKTCTC)

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

Trong TKTCTC sẽ chỉnh lý, chi tiết hoá các quyết định của 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.

Hồ sơ của TKTCTC bao gồm:

- Tiến độ (dạng SDM) xây dựng các công trình đơn vị với khối lượng thi công chính xác.
- Tổng tiến độ (dạng SDM) 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 hoá, chi phí lao động cho một đơn vị sản phẩm...).

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

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

☺ **Về kỹ thuật .**

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

☺ **Về kinh tế.**

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

Bài 2

Các mô hình kế hoạch tiến độ thi công xây dựng

2.1 Khái niệm chung

2.1.1 Khái niệm

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

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

2.1.2 Phân loại.

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

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

2.1.3 Cấu trúc.

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

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

PHẦN 1	PHẦN 2
	PHẦN 3

2.2. Mô hình kế hoạch tiến độ bằng số

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

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

các năm. Phần này quy ước ghi từ số là tổng giá trị đầu tư của hạng mục, mẫu số là phần giá trị xây dựng.

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

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

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

2.3. Mô hình kế hoạch tiến độ ngang

2.3.1 Đặc điểm cấu tạo.

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

- **Phần 1:** Danh mục các công việc được sắp xếp theo thứ tự công nghệ và tổ chức thi công, kèm theo là khối lượng công việc, nhu cầu nhân lực, máy thi công, thời gian thực hiện, vốn...của từng công việc.

- **Phần 2:** Được chia làm 2 phần

Phần trên là thang thời gian, được đánh số tuần tự (số tự nhiên) khi chưa biết thời điểm khởi công hoặc đánh số theo lịch khi biết thời điểm khởi công.

Phần dưới thang thời gian trình bày đồ thị Gantt: mỗi công việc được thể hiện bằng một đoạn thẳng nằm ngang, có thể là đường liên tục hay “gấp khúc” qua mỗi đoạn công tác để thể hiện tính không gian. Để thể hiện những công việc có liên quan với nhau về mặt tổ chức sử dụng đường nối, để thể hiện sự di chuyển liên tục của một tổ đội sử dụng mũi tên liên hệ. Trên đường thể hiện công việc, có thể đưa nhiều thông số khác nhau: nhân lực, vật liệu, máy, ca công tác..., ngoài ra còn thể hiện tiến trình thi công thực tế...

- **Phần 3:** Tổng hợp các nhu cầu tài nguyên_vật tư, nhân lực, tài chính. Trình bày cụ thể về số lượng, quy cách vật tư, thiết bị, các loại thợ...các tiến độ đảm bảo cung ứng cho xây dựng.

2.3.2 Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng.

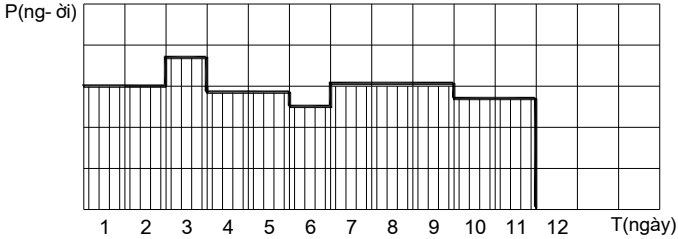
- **Ưu:** Diễn tả một phương pháp tổ chức sản xuất, một kế hoạch xây dựng tương đối đơn giản, rõ ràng.

- **Nhược:** Không thể hiện rõ mối liên hệ logic phức tạp giữa các công việc mà nó phải thể hiện.

Mô hình điều hành tĩnh không thích hợp tính chất động của sản xuất, cấu tạo cứng nhắc khó điều chỉnh khi có sửa đổi. Sự phụ thuộc giữa các công việc chỉ thực hiện một lần duy nhất trước khi thực hiện kế hoạch do đó các giải pháp về công nghệ, tổ chức mất đi giá trị thực tiễn là vai trò điều hành khi kế hoạch được thực hiện. Khó nghiên cứu sâu nhiều phương án, hạn chế về khả năng dự kiến diễn biến của công việc, không áp dụng được các tính toán sơ đồ một cách nhanh chóng khoa học.

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

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



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

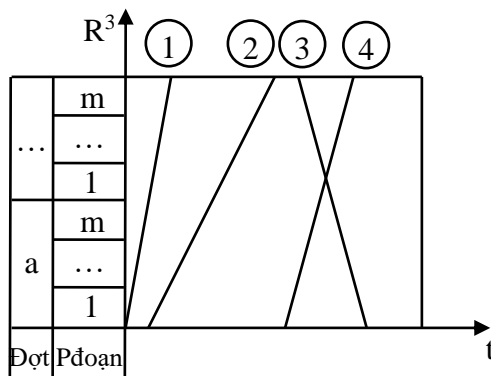
2.4. Mô hình kế hoạch tiến độ xiên

2.4.1 Đặc điểm cấu tạo.

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

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

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



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

2.4.2 Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng.

- Ưu: Mô hình KHTĐ xiên thể hiện được diễn biến công việc cả trong không gian và thời gian nên có tính trực quan cao.

- Nhược: Là loại mô hình điều hành tĩnh, nếu số lượng công việc nhiều và tốc độ thi công không đều thì mô hình trở nên rối và mất đi tính trực quan, không thích hợp với những công trình phức tạp.

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

2.5. Mô hình kế hoạch tiến độ mạng lưới

2.5.1 Giới thiệu chung.

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

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

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

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

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

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

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

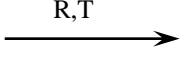
Hai phương pháp này xuất hiện gần như đồng thời vào những năm 1957, 1958 ở Mỹ. Cách lập sơ đồ mạng về căn bản giống nhau, khác một điểm là thời gian trong phương pháp PERT không phải là đại lượng xác định mà là một đại lượng ngẫu nhiên do đó cách tính toán có phức tạp hơn. Phương pháp đường găng dùng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

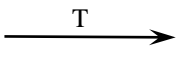

Các phương pháp sơ đồ mạng hiện nay có rất nhiều và còn tiếp tục được nghiên cứu phát triển, ở đây ta sẽ nghiên cứu cách lập và phân tích sơ đồ mạng theo phương pháp đường găng CPM là phương pháp cơ bản nhất.

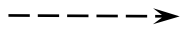
2.5.2 Lập và tính toán mạng theo phương pháp đường găng CPM.

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

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

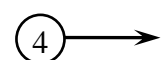
- Công việc thực (actual task): cần chi phí về thời gian, tài nguyên, được thể hiện bằng mũi tên nét liền. 

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


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

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

- Sự kiện đầu công việc: sự kiện mà từ đó mũi tên công việc “đi ra”.

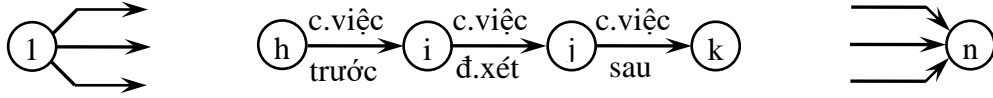


- Sự kiện cuối công việc: sự kiện mà từ đó mũi tên công việc “đi vào”. → (5)

- Mỗi công việc giới hạn bởi hai sự kiện đầu_cuối.

- Sự kiện xuất phát: sự kiện đầu tiên không có công việc đi vào, thường ký hiệu bằng số 1.

- Sự kiện hoàn thành: sự kiện cuối cùng không có công việc đi ra, đánh số lớn nhất.



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

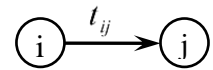
d.) **Tài nguyên_R (Resource)**: tài nguyên trong sơ đồ mạng được hiểu theo nghĩa rộng bao gồm cả lao động, vật tư, thiết bị, tiền vốn.

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

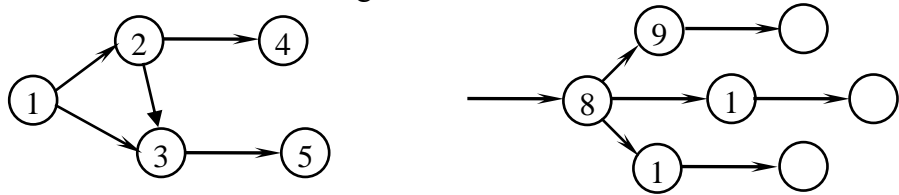
2.5.2.2 Các quy tắc lập sơ đồ mạng.

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

- Mũi tên ký hiệu công việc đi từ trái sang phải và đi từ sự kiện có số nhỏ đến sự kiện có số lớn. $(i < j)$

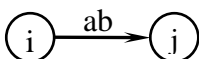


Từ đó suy ra quy tắc đánh số sau sự kiện mang số i, các sự kiện sau chỉ có mũi tên đi ra đánh số i+1, các sự kiện sau vừa có mũi tên đi vào vừa có mũi tên đi ra đánh số i+2; nếu các sự kiện sau có điều kiện như nhau thì đánh số sự kiện nào trước cũng được.

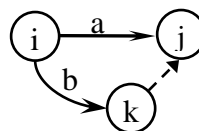


- Những công việc riêng biệt không được có cùng sự kiện đầu và cuối, những công việc có thể hợp thành một công việc chung thì phải thay nó bằng một tên khác, những công việc khác nhau không thể đồng nhất thì ta phải thêm vào các sự kiện phụ và công việc ảo.

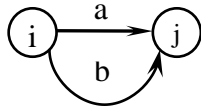
công việc a hay công việc ij



công việc ab hay công việc ij

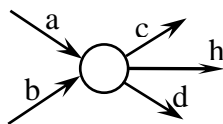


công việc b hay công việc ik

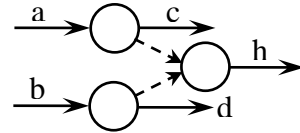


- Những công việc có mối liên quan khác nhau thì phải thể hiện đúng mối liên hệ tương quan đó, không để những phụ thuộc không đúng làm cản trở các công việc khác.

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

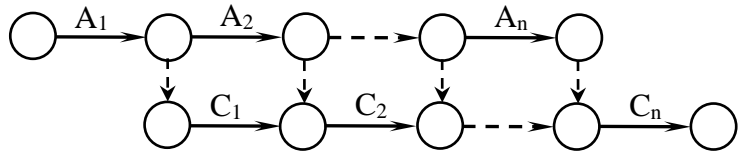
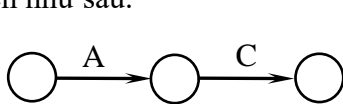


(chưa hợp lý)

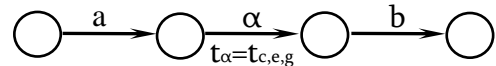
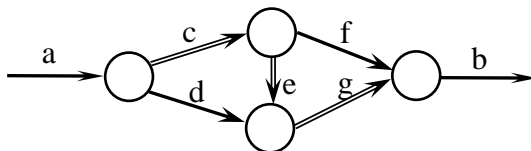


(hợp lý)

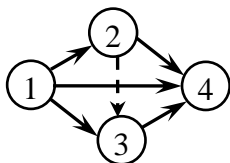
- Nếu các công việc C_1, C_2, \dots, C_n không cùng bắt đầu sau khi công việc A hoàn thành toàn bộ, mà bắt đầu sau khi công việc A kết thúc từng phần tương ứng A_1, A_2, \dots, A_n . Trong trường hợp này có thể thể hiện như sau.



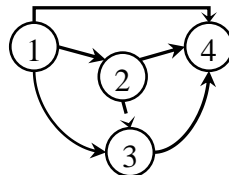
- Nếu có một nhóm công việc độc lập với các công việc còn lại, thì để đơn giản ta thay nhóm công việc đó bằng một công việc mới mà thời gian thực hiện công việc mới bằng đường găng thực hiện nhóm công việc được thay thế.



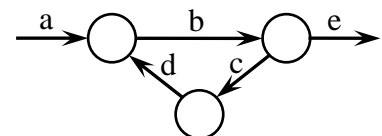
- Sơ đồ mạng cần thể hiện đơn giản nhất, không nên có nhiều công việc giao cắt nhau và không được có những đoạn vòng kín (không được có chu kỳ).



(không nên vẽ)



(nên vẽ)



(vẽ sai)

2.5.2.3 Trình tự lập sơ đồ mạng.

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

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

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

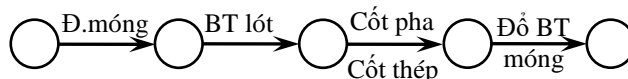
Nói chung phương pháp sơ đồ mạng phân biệt hai giai đoạn thiết kế sơ đồ và lập kế hoạch.

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

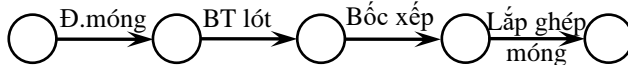
- Thiết lập tất cả các phương án có thể được về mối liên hệ và trình tự thực hiện các công việc theo từng giai đoạn của công nghệ xây dựng rồi chọn phương án tốt nhất.
- Việc thiết kế sơ đồ dựa vào các bảng vẽ thiết kế về công nghệ để lập bảng danh mục công việc, thiết lập mối quan hệ và trình tự thực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

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

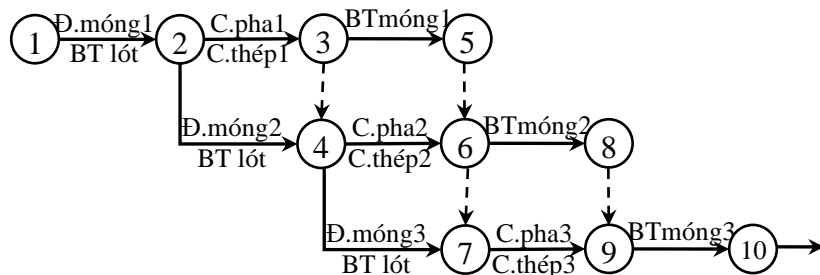
Phương án 1:

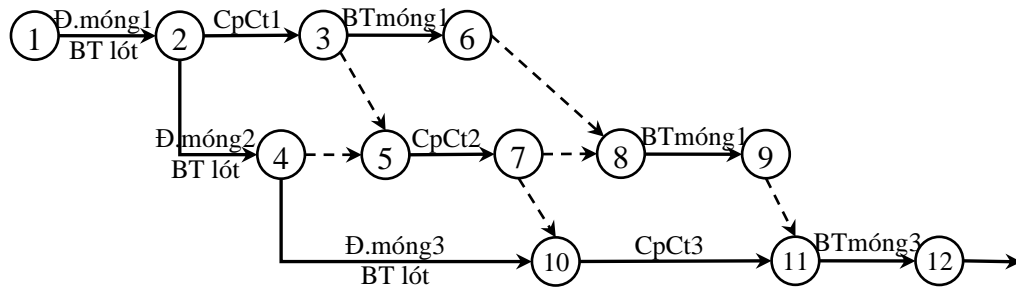


Phương án 2:



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





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

b.) Lập kế hoạch:

- Tính toán thời gian thực hiện từng công việc trong sơ đồ mạng làm cơ sở tính thời gian hoàn thành dự án.

- Trong phương pháp đường găng, thời gian là đại lượng xác định, nó được tính toán trong những điều kiện cụ thể về biện pháp thi công, thành phần tổ thợ, cơ cấu tổ thợ, năng suất thiết bị, phương pháp tổ chức mặt bằng...theo các định mức ban hành cho từng ngành. Do đó mạng còn được gọi là mạng tất định.

Để đạt được mục đích cuối cùng thường có nhiều giải pháp và mỗi công việc cũng có nhiều biện pháp thực hiện. Vì vậy việc sắp xếp thứ tự các công việc, xác định mối liên hệ giữa chúng với nhau khi lập sơ đồ cũng như việc xác định thời gian thực hiện mỗi công việc đó khi phân tích sơ đồ mạng đòi hỏi phải vừa am hiểu chuyên môn vừa nắm vững kỹ thuật sơ đồ mạng.

2.5.2.4 Các phương pháp tính toán mạng găng.

a.) Mục đích.

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

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

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

c.) Khái niệm các thông số tính toán.

- **Bắt đầu sớm của một công việc** (t_{ij}^{bs}): là thời điểm sớm nhất có thể bắt đầu công việc mà không ảnh hưởng đến việc thực hiện các công việc trước đó.

Nó được xác định bằng thời hạn của đường dài nhất từ sự kiện xuất phát đến sự kiện tiếp đầu của công việc đang xét.

$$t_{ij}^{bs} = \max \sum t_{hi} = \max (t_{hi}^{bs} + t_{hi}).$$

- **Kết thúc sớm của một công việc** (t_{ij}^{ks}): là thời điểm kết thúc sớm nhất của công việc nếu nó được bắt đầu ở thời điểm sớm nhất. $t_{ij}^{ks} = t_{ij}^{bs} + t_{ij}$.

- **Bắt đầu muộn của một công việc** (t_{ij}^{bm}): là thời điểm muộn nhất có thể cho phép bắt đầu công việc mà không làm tăng thời hạn chung thực hiện toàn bộ dự án. $t_{ij}^{bm} = T - (t_{ij} + \max \sum t_{jk})$.

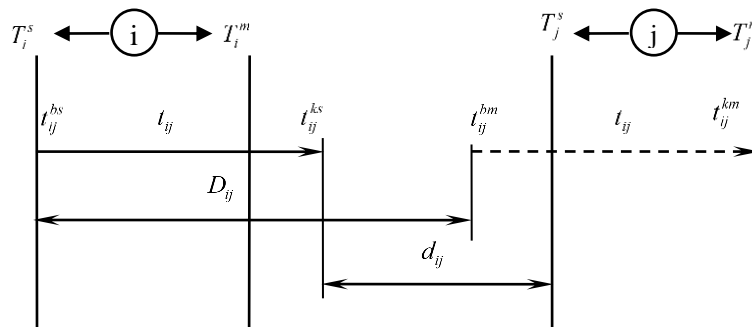
- **Kết thúc muộn của một công việc** (t_{ij}^{km}): là thời điểm muộn nhất có thể kết thúc công việc nếu nó được bắt đầu ở thời điểm muộn nhất.

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

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

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

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



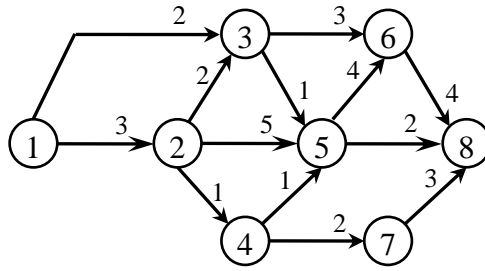
Hình 2-5. Các thông số tính toán.

d.) Phương pháp tính toán.

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

PHƯƠNG PHÁP GIẢI TÍCH

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

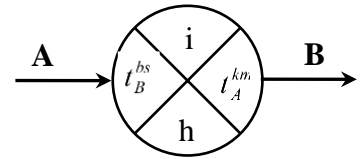
Nhận xét: các công việc găng có $D_{ij} = d_{ij} = 0$.

PHƯƠNG PHÁP HÌNH QUẠT

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

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

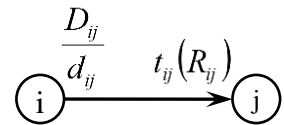
- Phần trên ghi số hiệu sự kiện i.
- Phần dưới ghi số hiệu các sự kiện đứng trước i đi đến i bằng đường dài nhất (số hiệu để xác định đường găng).



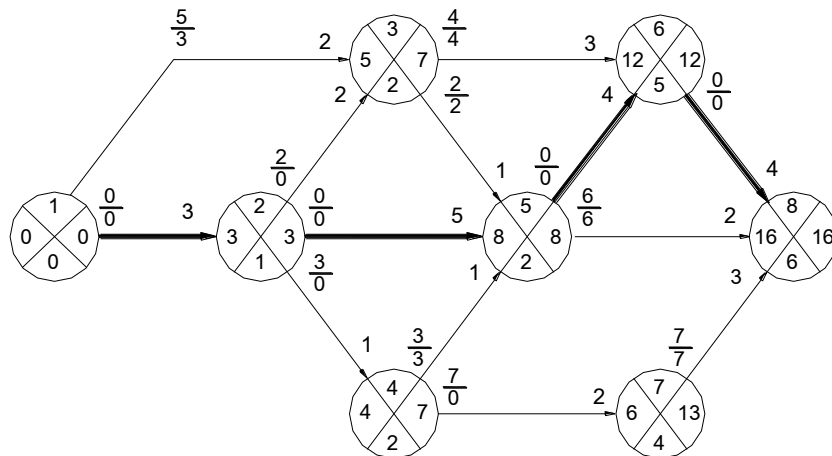
- Phần bên trái ghi bắt đầu sớm của công việc tiếp đầu.
- Phần bên phải ghi kết thúc muộn của công việc tiếp cuối.

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

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



Quá trình tính toán được trình bày qua ví dụ như phương pháp giải tích để dễ theo dõi và so sánh, như hình vẽ 2-6.



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

☉ Chuyển sơ đồ mạng lên trục thời gian.

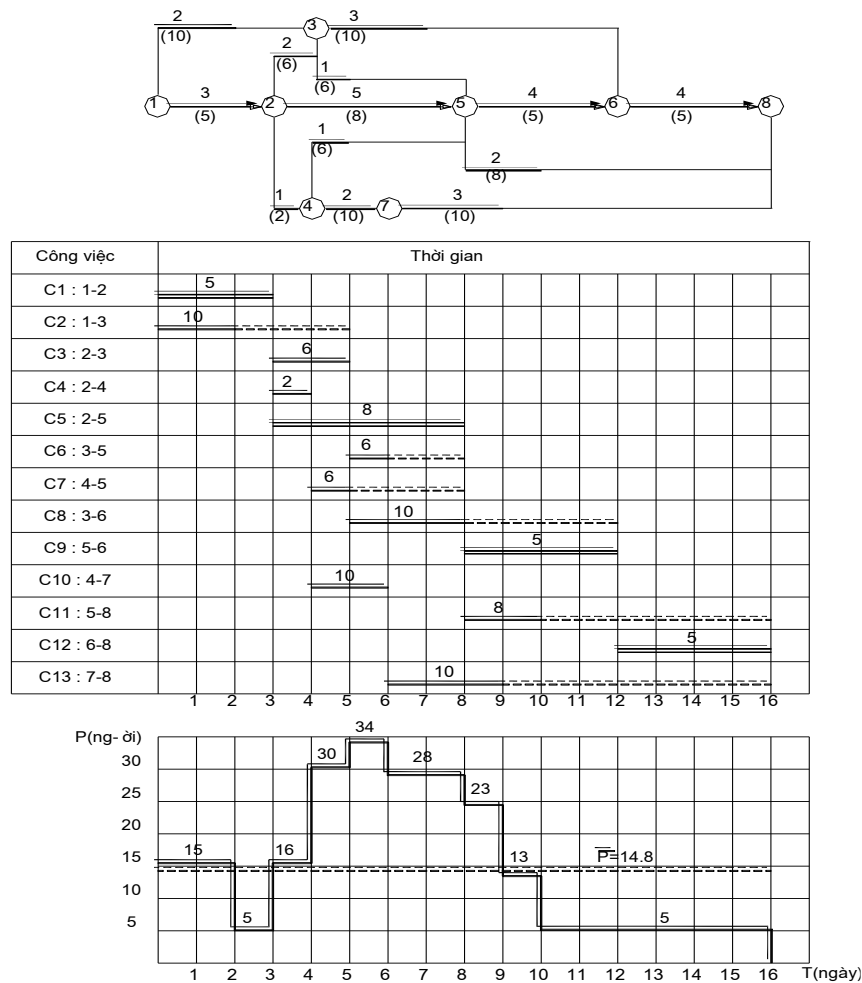
- Kẻ trục thời gian trước (trục hoành).
- Căng đường găng lên trục thời gian trước bằng “nét đậm”, nếu có nhiều đường cùng là đường găng thì chọn 1 đường theo ý người điều khiển là chủ đạo để vẽ, các đường khác vẽ song song với trục thời gian.
- Bố trí những công việc không găng bằng những “nét mảnh”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

- Vẽ biểu đồ nhân lực và các biểu đồ tài nguyên khác.

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

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

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



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

2.5.2.5 Tối ưu sơ đồ mạng.

Phương án dự kiến sơ đồ mạng ban đầu thường có các chỉ tiêu tính toán chưa đạt yêu cầu đòi hỏi thì phải tiến hành tối ưu mạng. Tối ưu sơ đồ mạng là quá trình điều chỉnh mạng trên cơ sở tính toán những thông số của nó để cải tiến nó về mặt kinh tế, kỹ thuật. Tuy nhiên vấn đề tối ưu hóa là bài toán có “miền xác định” rộng và phức tạp, khó có bài toán nào có thể giải quyết nhiều mục tiêu cùng một lúc. Trong chừng mực có thể, sơ đồ mạng được tối ưu theo từng yếu tố:

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

a.) Tối ưu hóa về thời gian.

Một vấn đề thường phải giải quyết là rút ngắn thời gian hoàn thành dự án, vấn đề này thực ra chỉ có ý nghĩa khi chi phí tăng lên do rút ngắn thời gian là ít nhất. Đây là bài toán tương đối phức tạp, khối lượng tính toán rất lớn, vì vậy tuy hiện nay có khá nhiều phương pháp tính toán nhưng chỉ một

số rất ít là áp dụng được trong thực tế. Thường thì khi thời gian của sơ đồ lớn hơn giới hạn theo pháp lệnh hoặc theo hồ sơ mời thầu thì phải tối ưu mạng về thời gian. Có 2 cách tối ưu hóa.

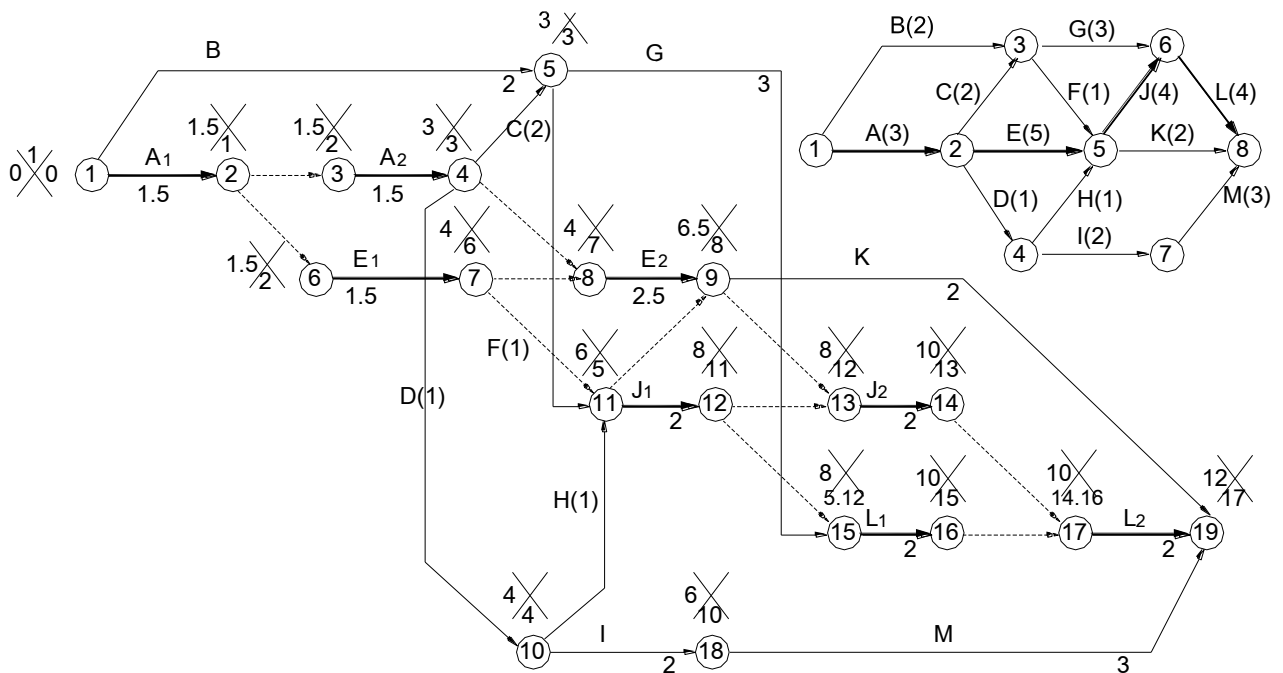
- *Rút ngắn thời gian thực hiện các công việc nằm trên đường găng.*

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

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

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

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



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

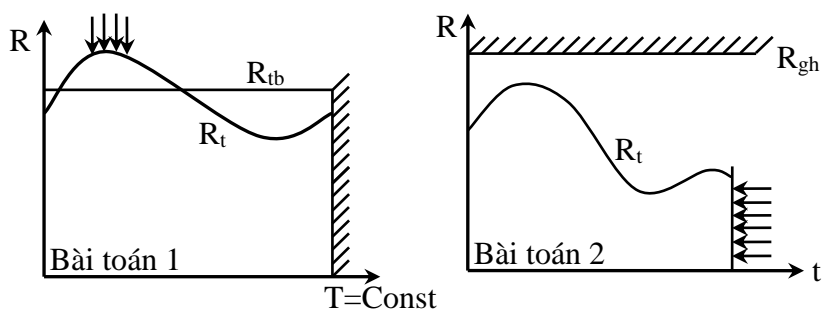
Ví dụ: xem hình vẽ 2-8, xét lại ví dụ trước có $T=16$, giả sử rằng có thể chia mặt bằng công tác các công việc găng thành hai phần bằng nhau và tổ chức thi công dây chuyền các công việc găng trên đó, tính lại T . Kết quả $T=12$, đường găng $L(1,2,3,4,5,11,12,13,14,17,19)$.

b.) Tối ưu hóa về tài nguyên sử dụng.

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

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

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



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

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

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

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

Bài toán 1, điều hòa tài nguyên đồng thời giữ nguyên thời gian hoàn thành dự án có thể giải theo thuật toán Burgess. Bài toán 2, rút ngắn thời gian hoàn thành dự án với điều kiện tôn trọng giới hạn

về tài nguyên có thể sử dụng thuật toán Kelley. Khi cần điều chỉnh một cách nhanh chóng và tương đối, sử dụng phương pháp điều chỉnh nhanh.

THUẬT TOÁN BURGESS

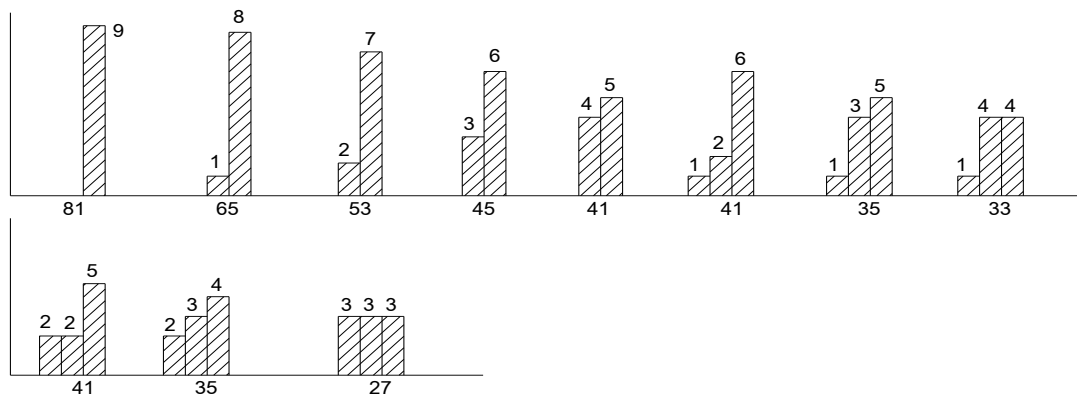
• **Nguyên tắc:** để đo lường sự thay đổi về nhu cầu tài nguyên, người ta dùng **tổng của bình phương các nhu cầu tài nguyên trong mỗi thời kỳ của biểu đồ**. Điểm ưu việt của thước đo này là **tổng giá trị của bình phương các nhu cầu trong từng thời kỳ giảm nhanh chóng nếu sự thay đổi về nhu cầu tài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

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

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

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

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



Hình 2-10. Ví dụ về thang đo Burgess.

• **Thuật toán Burgess.**

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

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

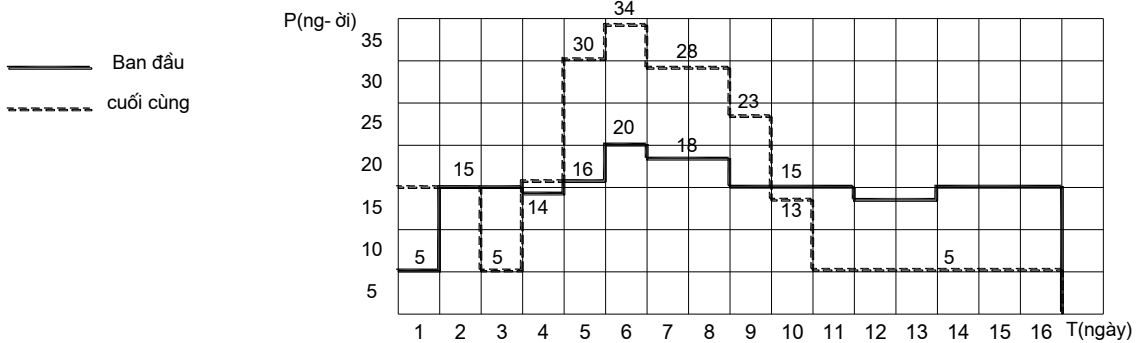
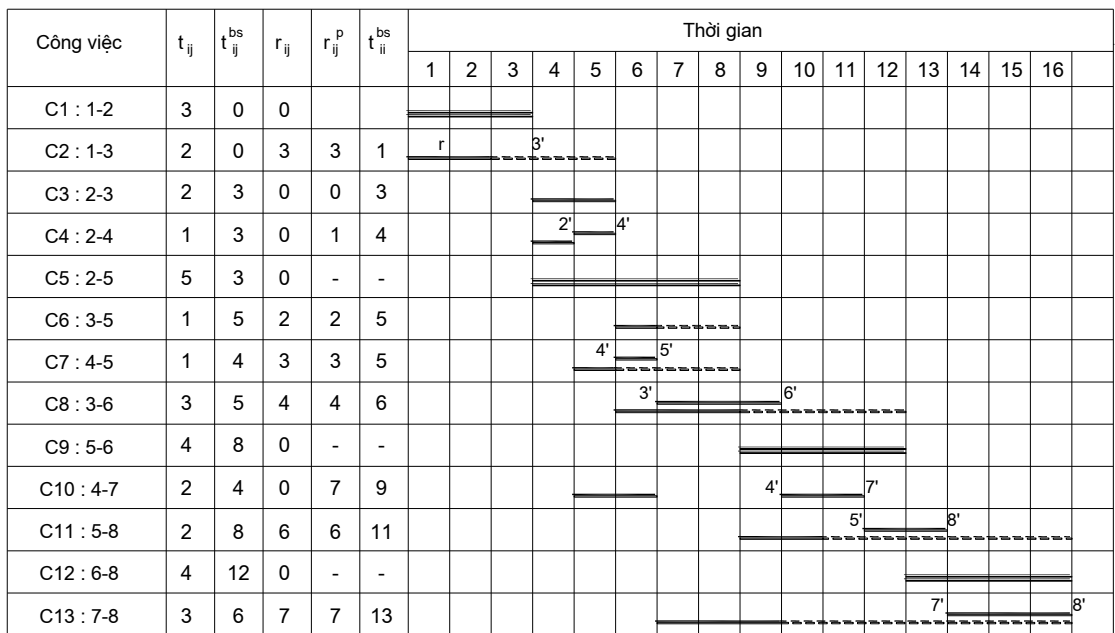
hiện do việc ấn định các công việc phía sau. Bước này kết thúc khi ta đã sắp xếp được các công việc trên cùng của bảng.

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

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

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

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



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

Bước 2: Ta bắt đầu điều chỉnh bằng việc dịch chuyển công việc cuối cùng.

Công việc 7-8 : việc ấn định thời điểm bắt đầu kế hoạch sớm nhất có thể trong khoảng thời gian từ ngày thứ 6 đến ngày thứ 13, ứng với mỗi bước dịch chuyển tính lại giá trị thước đo Burgess.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

THUẬT TOÁN KELLEY

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

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

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

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

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

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

Trong đó

$$\left\{ \begin{array}{l} G_sơ\ đồ\ mạng\ công\ việc\ đã\ cho. \\ r_{ij}_nhu\ cầu\ tài\ nguyên\ của\ các\ công\ việc. \end{array} \right.$$

R_{gh} - hạn mức tài nguyên không chế.

$\sum_t r_{ij}$ - tổng nhu cầu tài nguyên tại thời điểm xét.

• **Thuật toán Kelley.**

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

- Tập hợp F_t - tập hợp các công việc kết thúc tại thời điểm t đang xét.

- Tập hợp E_t - tập hợp các công việc đang thực hiện ở thời điểm t .

- Tập hợp N_t - tập hợp các công việc mới có thể đưa vào xem xét.

- Tập hợp A_t - tập hợp các công việc được xem xét ở thời điểm t .

- Tập hợp S_t - tập hợp các công việc được bắt đầu ở thời điểm t .

- Tập hợp D_t - tập hợp các công việc bị hoãn lại đến thời điểm tiếp theo.

Tiêu chuẩn xem xét là:

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

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

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

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

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

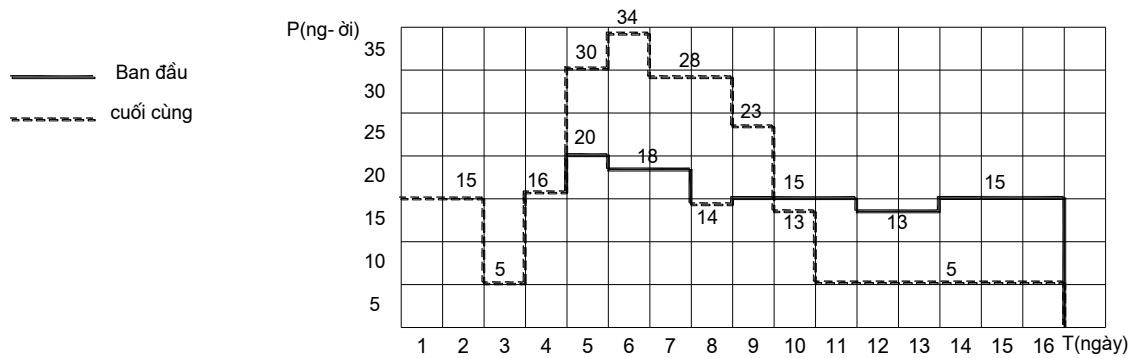
$$E_{t+\tau} = (E_t \cup S_t) \setminus F_{t+\tau}.$$

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

• **Ví dụ:** Lấy lại ví dụ trong phần trước với $R_{gh} = 20$, xác định T ? Hình vẽ 2-12.

Chuyển sơ đồ mạng đã tính sang dạng sơ đồ mạng ngang. Lập bảng tính và điền các thông số đã biết, các số liệu trong các hàng, cột còn lại sẽ xuất hiện trong quá trình tính toán.

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



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

t	F _t	E _t	R _t	N _t	A _t	S _t	D _t
0	∅	∅	20	1-2/1-3	1-2/1-3	1-2/1-3	∅
2	1-3	1-2	15	∅	∅	∅	∅
3	1-2	∅	20	2-3/2-4/2-5	2-3/2-4/2-5	2-3/2-4/2-5	∅
4	2-4	2-3/2-5	6	4-5/4-7	4-5/4-7	4-5	4-7
5	2-3/2-4	2-5	12	3-5/3-6	3-5/3-6/4-7	4-7	3-5/3-6
7	4-7	2-5	12	7-8	3-5/3-6/7-8	3-5	3-6/7-8
8	2-5/3-5	∅	20	5-6/5-8	5-6/3-6/5-8/7-8	5-6/3-6	5-8/7-8
11	3-6	5-6	15	∅	5-8/7-8	5-8	7-8
12	5-6	5-8	12	6-8	6-8/7-8	6-8	7-8
13	5-8	6-8	15	∅	7-8	7-8	∅

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

PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH NHANH

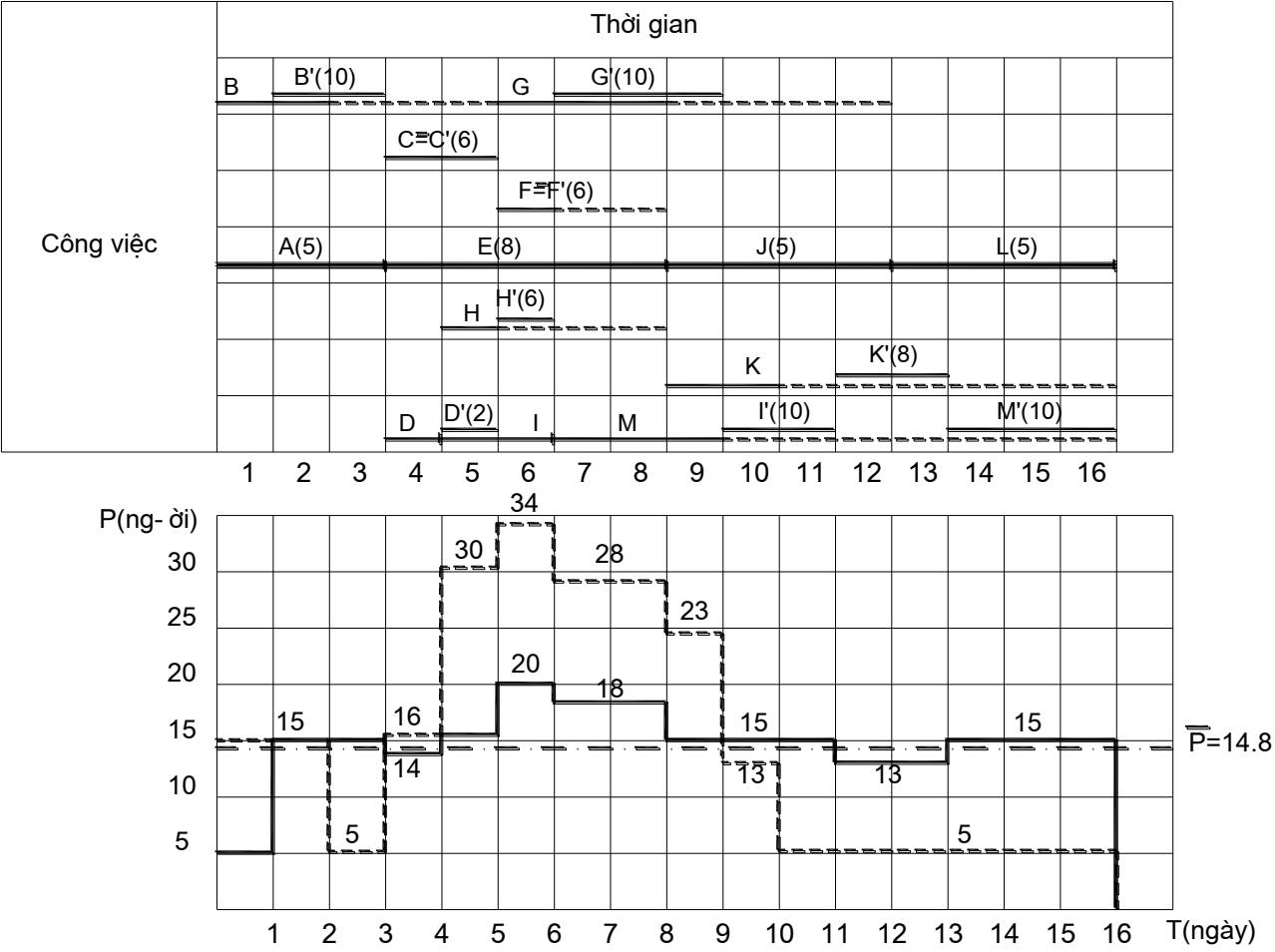
Khi cần điều chỉnh biểu đồ tài nguyên một cách nhanh chóng và tương đối ta sử dụng phương pháp điều chỉnh nhanh, quá trình thực hiện theo 2 bước.

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

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

Trong đó: Q tổng nhu cầu về tài nguyên, bằng diện tích biểu đồ tài nguyên.
 T thời gian thực hiện dự án.

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

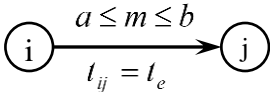


Hình 2-13 Ví dụ về điều hòa tài nguyên theo phương pháp điều chỉnh nhanh.

SƠ ĐỒ MẠNG PERT
(Program Evaluation and Review Technique)

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

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

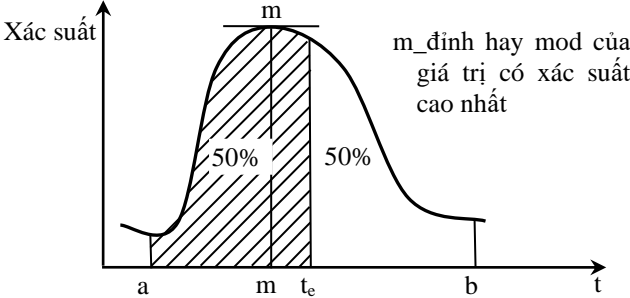


Dựa vào a, b, m để xác định thời gian kỳ vọng t_e (Expected time):

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

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

được m).



Độ lệch chuẩn σ_{ij} (đại lượng đo độ không xác định của thời gian kỳ vọng): **Hình 2.14** Đường cong phân bố xác suất

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

thời gian hoàn thành công việc.

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

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

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

☺ **Các bước thực hiện:**

- Tính t_{ij} và σ_{ij}^2 của từng công việc.
- Dùng phương pháp CPM với $t_{ij} = t_e$ để xác định công việc găng và đường găng.
- Xác định khả năng hoàn thành dự án trong khoảng thời gian mong muốn.

-Gọi S là thời gian tối thiểu để hoàn thành dự án trong điều kiện trung bình ứng với các t_e (đó chính là thời gian đường găng tính bước trên).

-Gọi D là thời gian mong muốn hoàn thành dự án. Đặt $Z = \frac{D - S}{\sqrt{V_\Sigma}}$, dùng bảng tra (phân phối chuẩn

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

☺ **Nhận xét:**

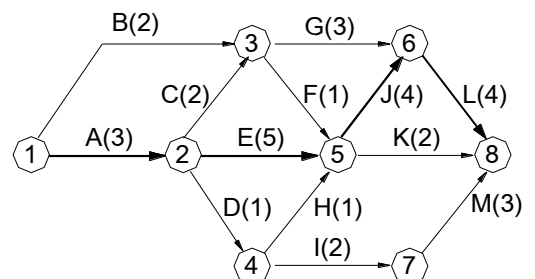
- Khi $D = S$ suy ra $Z = 0$, suy ra $p = 0,5$ hay 50% (Điều kiện trung bình).
- Trên thực tế $p = 0,25 - 0,50$ (có nghĩa D hơi nhỏ hơn S): việc hoàn thành dự án được xem là bình thường và dự án hoàn thành trong khoảng thời gian tương ứng có thể chấp nhận được.
- Nếu $p < 0,25$: không bình thường; $p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

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

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

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

S	C	Thời gian hoàn thành			$t_e = \frac{a + 4m + b}{6}$	$\left(\frac{b - a}{6}\right)^2$
		a	m	b		
1	A	2	3	4	3	4/36
2	B	1	2	3	2	4/36
3	C	1	2	3	2	4/36
4	D	1	1	1	1	0/36
5	E	3	4	11	5	64/36
6	F	1	1	1	1	0/36



- Xác định xác suất để dự án hoàn thành trong 18 ngày.

7	G	1	3	5	3	16/36
8	H	1	1	1	1	0/36
9	I	1	2	3	2	4/36
10	J	2	3	10	4	64/36
11	K	1	2	3	2	4/36
12	L	3	4	5	4	4/36
13	M	2	3	4	3	4/36

- Xác định thời gian hoàn thành dự án với xác suất 90%.

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

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

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

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

Bài 3

Các phương pháp tổ chức thi công xây dựng

3.1. Thi công & quá trình thi công xây dựng

3.1.1 Khái niệm

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

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

3.1.2 Phân loại quá trình xây dựng

a.) Theo cơ cấu.

- *Quá trình bước công việc hay các thao tác kỹ thuật*: đây là sự phân chia nhỏ nhất của quá trình thi công về mặt tổ chức, nó đồng nhất về mặt kỹ thuật. Khi một trong ba yếu tố của quá trình thay đổi quá trình này cũng thay đổi theo hay nói cách khác là có sự xuất hiện quá trình thao tác kết hợp khác.

- *Quá trình giản đơn*: bao gồm một số những thao tác kỹ thuật có liên quan đến nhau và do một nhóm công nhân cùng chuyên môn thực hiện. Ví dụ: quá trình xây tường; quá trình trát tường; quá trình gia công lắp dựng cốtpha...

- *Quá trình tổng hợp*: là tập hợp các quá trình giản đơn có liên quan với nhau về mặt tổ chức, do nhiều tổ đội có chuyên môn khác nhau thực hiện, sản phẩm cũng là các kết cấu khác nhau của công trình. Ví dụ: quá trình thi công bê tông cốt thép toàn khối, quá trình lắp ghép nhà công nghiệp...

b.) Theo vai trò trong quá trình sản xuất

- *Quá trình chủ yếu*: quá trình trong đó tạo được độ bền, độ ổn định của kết cấu công trình, tạo mặt bằng công tác cho các quá trình tiếp theo... Nó ảnh hưởng quyết định đến biện pháp thi công, hao phí lao động, vật tư, thời gian thi công công trình. Ví dụ: quá trình thi công bê tông; quá trình lắp ghép...

- *Quá trình phối hợp*: thực hiện song song xen kẽ hay kết hợp với các quá trình chủ yếu. Ví dụ: quá trình dưỡng hộ và tháo dỡ ván khuôn trong quá trình thi công bê tông; quá trình gia cường hay tổ hợp khuyếch đại trong thi công lắp ghép...

- *Quá trình vận chuyển*: là bộ phận trong các quá trình trên nhằm mục đích di chuyển vật tư, nguyên liệu hay cấu kiện đến vị trí xây dựng. Nó tạo điều kiện cho 2 quá trình trên phát triển một cách nhịp nhàng.

3.2. Các nguyên tắc cơ bản tổ chức thi công xây dựng

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

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

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

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

c.) Tổ chức lao động khoa học.

- Để thực hiện nguyên tắc này yêu cầu chia quá trình thi công thành những thao tác riêng biệt, nhằm phân công lao động hợp lý, chuyên môn hóa sâu để nâng cao năng suất lao động và nâng cao tay nghề công nhân.

- Phải cải tiến phương pháp lao động, loại bỏ các động tác thừa, tức là tổ chức phương pháp làm việc một cách khoa học.

- Phải sử dụng thời gian làm việc tối đa nhưng hợp lý, hạn chế thời gian chết...

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

- Tiêu chuẩn hóa là sự xác lập các quy phạm và tiêu chuẩn sản xuất sao cho có thể sử dụng chúng trong những điều kiện cụ thể. Bất kỳ với phương tiện thi công hiện có để tổ chức một quá trình kỹ thuật kinh tế hợp lý nhất.

Tiêu chuẩn hóa được thực hiện thông qua các quy tắc quy định rõ các trình tự nhất định và các điều kiện kỹ thuật phải theo để thực hiện 1 quá trình xây dựng.

- Định hình hóa là việc xác lập những quy định về quy cách sản phẩm như kích thước, tính chất sao cho có thể vận dụng các quy phạm thi công 1 cách rộng rãi, nâng cao khả năng thay thế của các sản phẩm đó trong kết cấu của công trình xây dựng.

3.3. Các phương pháp tổ chức thi công xây dựng

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

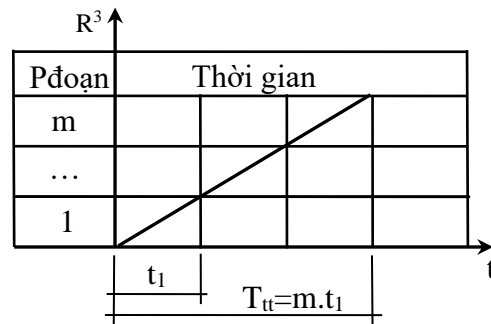
Xét ví dụ xây dựng m ngôi nhà giống nhau, có các cách tổ chức như sau.

3.3.1 Phương pháp tuần tự.

Quá trình thi công được tiến hành lần lượt từ đối tượng này sang đối tượng khác theo một trật tự

đã được quy định. $T_{tt}=m.t_1$. Đồ thị tiến độ nhiệm vụ (hay biểu đồ chu trình) như hình vẽ 3-1.

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

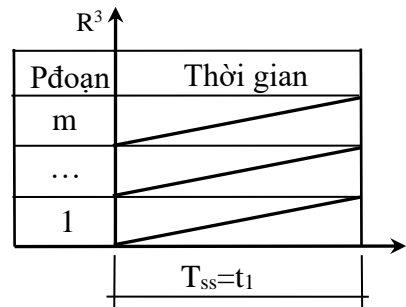


Hình 3-1 Biểu đồ chu trình phương pháp thi công tuần tự.

3.3.2 Phương pháp song song.

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

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



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

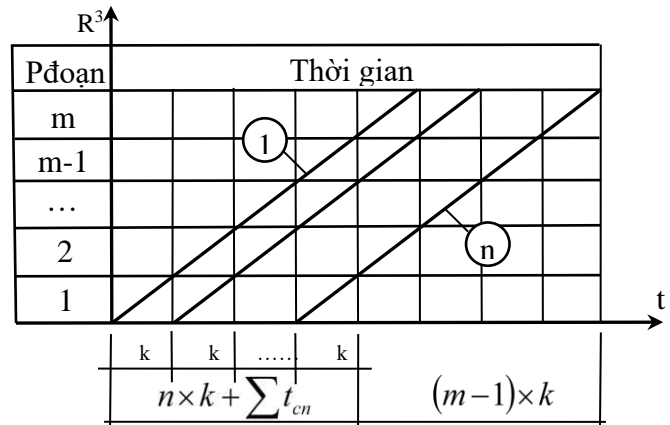
3.3.3 Phương pháp dây chuyền

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

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

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

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



Sản xuất dây chuyền nói chung là một phương pháp tổ chức tiên tiến nhất có được

do kết quả của sự phân công lao động hợp lý, chuyên môn hóa các thao tác và hợp tác hóa trong sản xuất. Đặc trưng của nó là sự chuyên môn hóa cao các khu vực và vị trí công tác, hạn chế các danh mục sản phẩm cần chế tạo, sự cân đối của năng lực sản xuất và tính nhịp nhàng song song liên tục của các quá trình. Kết quả là cùng một năng lực sản xuất như nhau, người ta sản xuất nhanh hơn, sản phẩm nhiều hơn, chi phí lao động và giá thành thấp hơn, nhu cầu về nguyên vật liệu và lao động điều hòa liên tục. Sản xuất dây chuyền trong xây dựng có 2 đặc điểm cơ bản:

- Do sản phẩm xây dựng gắn liền với đất đai và có kích thước lớn nên để thực hiện các công việc theo một trình tự công nghệ phải di chuyển các tổ thợ với các trang thiết bị kèm theo trong không gian công trình từ bộ phận này sang bộ phận khác, từ công trình này sang công trình khác. Điều này khác với dây chuyền công nghiệp: người công nhân và công cụ đứng yên còn sản phẩm di động, do đó tổ chức dây chuyền trong xây dựng khó hơn.

- Do tính chất đơn chiếc và đa dạng của sản phẩm xây dựng nên các dây chuyền sản xuất hầu hết ngắn hạn, thời gian ổn định ít hoặc không ổn định, nghĩa là sau một khoảng thời gian không dài lắm người ta phải tổ chức lại để xây dựng công trình khác.

3.4. Tổ chức thi công theo phương pháp dây chuyền

3.4.1 Các thông số của dây chuyền xây dựng.

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

a.) Nhóm thông số về công nghệ.

- **Số lượng các dây chuyền bộ phận** (ký hiệu n): cơ cấu của dây chuyền xây dựng được xác định bởi số lượng và tính chất của các dây chuyền bộ phận tạo thành. Số lượng dây chuyền bộ phận phụ thuộc vào mức độ chi tiết của sự phân chia quá trình xây dựng thành phần. Có 2 mức độ phân chia.

-Phân nhỏ hoàn toàn_ dây chuyền bộ phận là quá trình xây dựng đơn giản.

-Phân nhỏ bộ phận_ dây chuyền bộ phận là quá trình xây dựng phức tạp.

Mức độ phức tạp của việc phân chia các dây chuyền bộ phận phải căn cứ vào công nghệ sản xuất, khối lượng công việc và hao phí lao động...

- **Khối lượng công việc** (ký hiệu P): phụ thuộc vào đối tượng xây lắp cụ thể và được diễn tả bằng đơn vị đo của dạng công tác được thực hiện (m, m², m³, tấn..).

- **Lượng lao động** (ký hiệu Q): là lượng lao động được sử dụng để làm ra sản phẩm xây dựng đạt chất lượng tốt, được xác định theo định mức thời gian a hay định mức năng suất s.

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

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

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

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

- **Cường độ dây chuyền** (năng lực dây chuyền, ký hiệu i): thể hiện lượng sản phẩm xây dựng sản xuất ra bởi dây chuyền trong 1 đơn vị thời gian. Trong thi công dây chuyền yêu cầu trị số này không thay đổi để đảm bảo tính chất dây chuyền của sản xuất: $i = P/t = const$.

b.) Thông số không gian.

- **Mặt bằng công tác**: để đánh giá sự phát triển của dây chuyền xây dựng người ta đưa ra khái niệm mặt bằng công tác, xác định khả năng về đất đai không gian mà trên (hay trong) đó người ta bố trí tổ thợ hay tổ máy thực hiện các quá trình xây dựng. Độ lớn của nó được xác định bằng kích thước của bộ phận đối tượng xây dựng và được biểu thị bằng các đơn vị khối lượng công việc (m, m², m³..) hay bằng các bộ phận của đối tượng xây dựng (tầng, đoạn, đơn nguyên...). Dựa trên khái niệm về mặt bằng công tác, phân biệt các thông số không gian sau.

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

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

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

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

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

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

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

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

c.) Thông số thời gian.

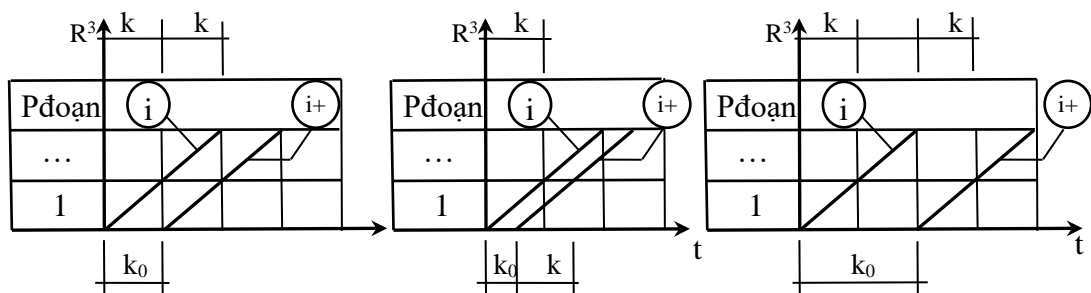
- **Nhịp của dây chuyền k_{ij} :** là khoảng thời gian hoạt động của dây chuyền i trên phân đoạn công tác j . Thông thường chọn nhịp của dây chuyền là bội số của đơn vị thời gian (ca, ngày, tuần, tháng...) để không làm lãng phí thời gian vào việc di chuyển, giao ca...Xác định:

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

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

Moduyn chu kỳ k : là đại lượng đặc trưng cho mức độ lặp lại của quá trình sản xuất và dùng để xác định thời gian thực hiện của toàn bộ quá trình. Thường nó là k_{ij} , nếu k_{ij} thay đổi trên các phân đoạn công tác thì moduyn chu kỳ là giá trị nhỏ nhất trong các giá trị đó, khi đó $k_{ij} = c_{ij} \times k$ (c_{ij} là hệ số nhịp bội).

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



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

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

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

- **Gián đoạn kỹ thuật:** là khoảng thời gian trên phân đoạn kể từ lúc kết thúc kết thúc quá trình trước cho đến lúc bắt đầu quá trình sau, nhằm đảm bảo chất lượng kỹ thuật của công việc, được quy định bởi bản chất công nghệ của quá trình, về giá trị nó được xác định trong các quy phạm thi công và không đổi trên mọi phân đoạn. Ví dụ thời gian chờ cho bê tông đạt cường độ để có thể tháo dỡ ván khuôn...

- **Gián đoạn tổ chức:** là gián đoạn do tổ chức sản xuất sinh ra, trên phân đoạn quá trình trước kết thúc giải phóng mặt bằng nhưng quá trình sau không bắt đầu ngay (vì để đảm bảo tính liên tục của các dây chuyền không đều nhịp).

Gián đoạn kỹ thuật thường phải tuân thủ vì đây là quy trình, quy phạm; còn với gián đoạn tổ chức ta có thể khắc phục được vì đây là phía chủ quan của người tổ chức, yêu cầu phải tối thiểu.

3.4.2 Các quy luật cơ bản của dây chuyền xây dựng

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

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

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

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

- Giới hạn của sự giảm bớt này là giá trị mà ứng với nó mặt bằng công tác cho phép bố trí thuận tiện một số lượng công nhân tối đa nhưng vẫn phù hợp với điều kiện sản xuất $k_{\min}=1$ ca công tác (bình thường), $k_{\min}=0,5$ ca công tác (hãn hữu), không nên lấy $k < 0,5$ ca vì như vậy sẽ lãng phí thời gian để di chuyển từ phân đoạn này sang phân đoạn khác trong giờ làm việc.

- Các biện pháp giảm k .

- Tăng n : phân chia một cách chi tiết quá trình sản xuất thành các quá trình đơn giản ít phức tạp về mặt kỹ thuật và phù hợp với biện pháp thi công.

- Tăng m : phân nhỏ mặt bằng công tác.

- Tăng R : nhưng phải đảm bảo không gian hoạt động và điều kiện an toàn.

3.4.3 Phân loại dây chuyền xây dựng

a.) Theo cơ cấu (đối tượng).

- **Dây chuyền bộ phận** (dây chuyền đơn hay dây chuyền thành phần): đối tượng của nó là các quá trình đơn giản.

- **Dây chuyền chuyên môn hóa** (dây chuyền kỹ thuật): đối tượng là các quá trình phức tạp bao gồm 1 số dây chuyền bộ phận mà sản phẩm của chúng là các bộ phận kết cấu giống nhau của 1 hay nhiều công trình nằm trong 1 dạng công tác chung.

- **Dây chuyền công trình**: gồm những nhóm dây chuyền chuyên môn hóa và một số dây chuyền đơn mà sản phẩm của chúng là 1 công trình hoàn chỉnh.

- **Dây chuyền liên hợp**: là sự kết hợp các dây chuyền công trình để tạo ra 1 liên hợp công trình.
b.) Theo tính chất nhịp nhàng của dây chuyền.

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

- **Dây chuyền nhịp biến**: là dây chuyền có nhịp công tác thay đổi trên các phân đoạn công tác $k_{ij} \neq const, \forall ij \dots$

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

Nội dung cơ bản gồm:

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

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

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

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

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

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

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

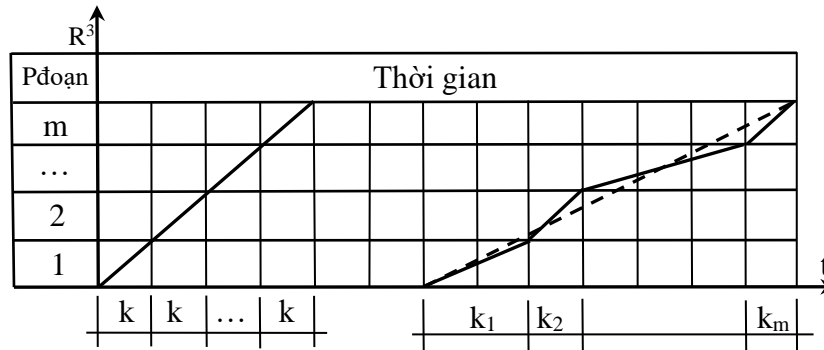
- Tính thời gian của dây chuyền bộ phận, phụ thuộc vào k_j .

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

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

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

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



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

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

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

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

a.) Dây chuyền nhịp nhàng.

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

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

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

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

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

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

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

- Tính thời gian của dây chuyền.

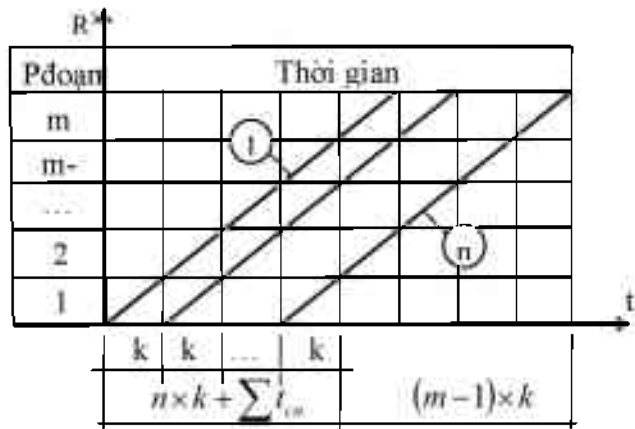
Khi không có gián đoạn công nghệ: $T = (m + n - 1)k$.

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

- Vẽ biểu đồ chu trình, hình vẽ 3-5.

• Nếu ấn định trước thời hạn của dây chuyền T thì ta có thể tính được số lượng phân đoạn cần thiết từ hai công thức trên:

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



Hình 3-5 Biểu đồ chu trình

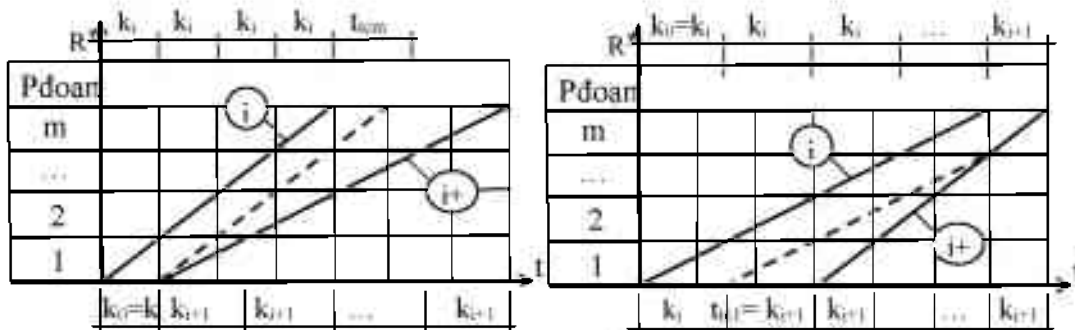
dây chuyền nhịp nhàng.

b.) Dây chuyền khác nhịp

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

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

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



Hình 3-6 Dây chuyền khác nhịp.

- **Mối liên hệ đầu:** Xác lập khi nhịp của dây chuyền bộ phận trước nhỏ hơn nhịp của dây chuyền bộ phận sau $k_i < k_{i+1}$ (hình 3-6a). Trong trường hợp này ta thấy quá trình trước k_i ghép sát quá trình

sau k_{i+1} tại phân đoạn 1 (tức $k_0 = k_i$), lúc này ở các phân đoạn sau, gián đoạn giữa kết thúc i và bắt đầu $i+1$ ngày càng tăng dần: Ở $j=2$ $t_{tc2} = k_{i+1} - k_i$

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

• **Mối liên hệ cuối:** Xác lập khi nhịp của dây chuyền bộ phận trước lớn hơn nhịp của dây chuyền bộ phận sau $k_i > k_{i+1}$ (hình 3-6b). Trong trường hợp này ta thấy quá trình trước k_i ghép sát quá trình sau k_{i+1} tại phân đoạn cuối cùng m , lúc này gián đoạn giữa kết thúc i và bắt đầu $i+1$ có giá trị lớn nhất tại phân đoạn 1: Ở $j=1$ $t_{tc1} = (m-1)(k_i - k_{i+1}) = \max$

• **Tính thời gian của chu trình:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-Và thời gian của dây chuyền:

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

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

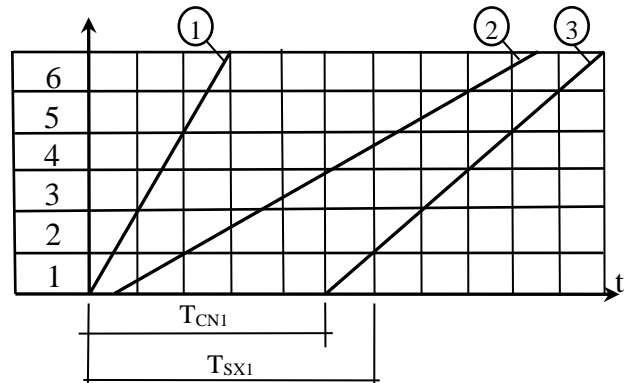
Ví dụ: Tính dây chuyền có các thông số như sau: $m=6$; $n=3$; $k_1=1$, $k_2=3$, $k_3=2$ và $t_{cn2/3}=1$.

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

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

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

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



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

- Trong công thức (3) thì đại lượng $T_{sx1} = \sum k_i + (m-1)\sum (k_i - k_{i+1}) + \sum t_{cn}$

gọi là **chu kỳ sản xuất** ở phân đoạn 1, là khoảng thời gian cho ra sản phẩm đầu tiên ở phân đoạn

1. Và đại lượng $T_{cn1} = \sum k_i - k_n + (m-1)\sum (k_i - k_{i+1}) + \sum t_{cn}$

gọi là **chu kỳ công nghệ**, là khoảng thời gian mà tất cả các dây chuyền bộ phận tham gia vào dây chuyền sản xuất ở phân đoạn 1.

c.) Dây chuyền nhịp bội.

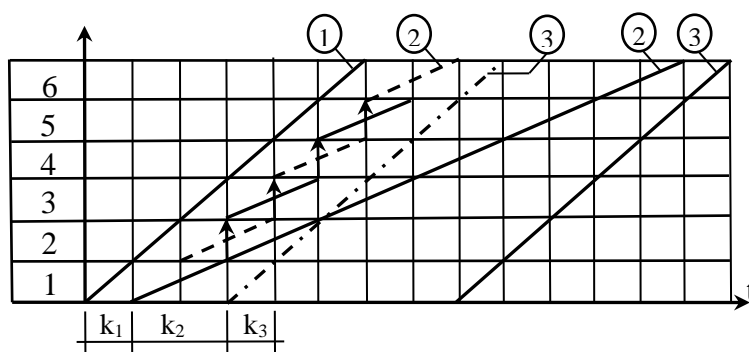
Nhịp của các dây chuyền bộ phận không đổi, nhịp của các dây chuyền bộ phận khác nhau thì khác nhau, nhưng sự khác nhau đó tuân theo quy luật bội số (chỉ xét bội 2 hoặc 3). Khi đó để đảm bảo tính nhịp nhàng của sản xuất, người ta sử dụng biện pháp cân bằng nhịp. Có hai phương pháp cân bằng.

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

Ví dụ: Cho dây chuyền cmh có 3 dây chuyền bộ phận $k_1=k$, $k_2=2k$, $k_3=k$.

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

Cân bằng
dây chuyền bộ phận theo nhịp
độ nhanh



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

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

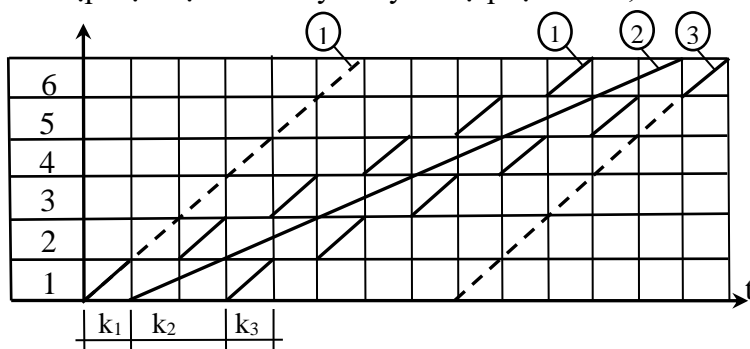
Với C_i hệ số bội của dây chuyền bộ phận thứ i , n_0 số dây chuyền có nhịp bội.

Nhược điểm của phương pháp này là yêu cầu lượng tài nguyên cao hơn so với ban đầu sau khi cân bằng nhưng thời hạn hoàn thành được rút ngắn hơn.

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

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

Cân bằng
dây chuyền bộ phận
theo nhịp độ chậm
dây chuyền bộ phận nhanh sẽ



thực hiện có gián đoạn thể hiện bằng các đường nét đứt trên hình vẽ.

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

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

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

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

d.) Dây chuyền nhịp biến.

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

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

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

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

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

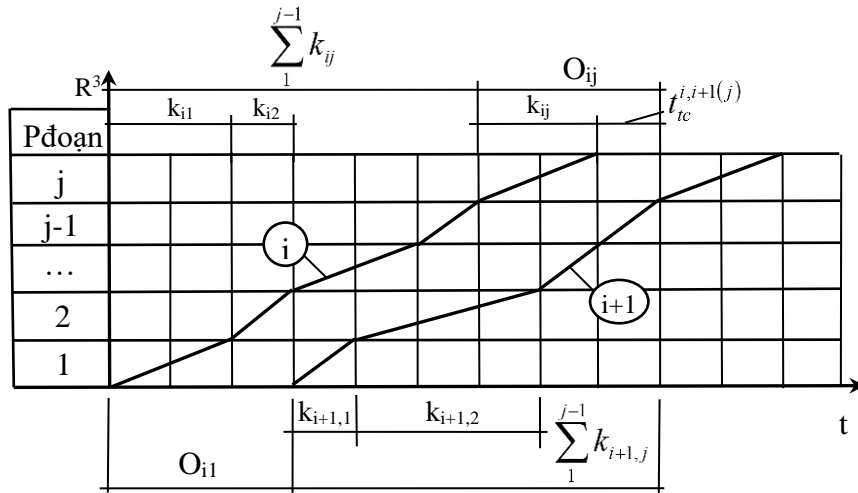
	i	i+1
j	t_{ij}^{bd} k_{ij} t_{ij}^{kt}	$t_{i+1,j}^{bd}$ $t_{gdtc}^{i,i+1} = t_{i+1,j}^{bd} - t_{ij}^{kt}$
j+1	$t_{i,j+1}^{bd}$	

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

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

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

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



Hình 3-7 Dây chuyền nhịp biến.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

	DChuyên	1	2	3	4
PĐoạn	1	2	4	2	2
	2	3	2	4	1
	3	1	2	3	2
	4	1	1	1	4

Giải:

- Đây là dây chuyền chuyên môn hóa nhịp biến theo tuyến.

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

Bảng 1 ($\sum_1^j k_{ij}$)

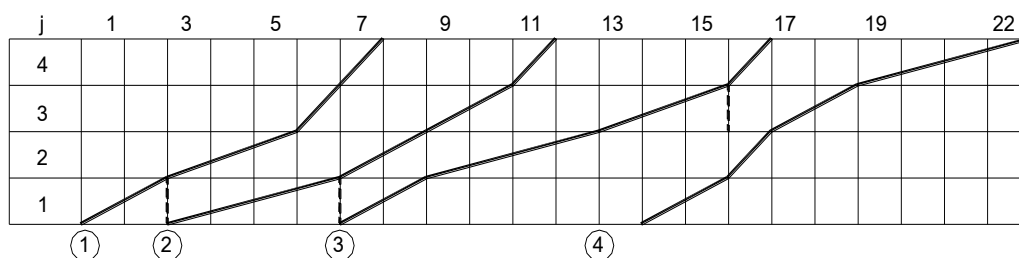
Bảng 2 (O_{i1})

	1	2	3	4		1-2	2-3	3-4
1	2	4	2	2	1	2	4	2
2	5	6	6	3	2	1	4	4
3	6	8	9	5	3	0	2	6
4	7	9	10	9	4	-1	0	5
T_i	7	9	10	9	max	2	4	6
					t_{cn}	0	0	1
					O_{i1}	2	4	7

• Lập bảng ma trận Galkin, dây chuyền đầu tiên cho bắt đầu ở thời điểm 0, thời điểm bắt đầu các dây chuyền tiếp theo xác định theo giá trị O_{i1} vừa tính được. Lưu ý giữa dây chuyền 3 và 4 có $t_{cn3-4}=1$.

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

• Vẽ biểu đồ chu trình và tính thời gian: $T = \sum_1^{n-1} O_{i1} + t_n = (2 + 4 + 7) + 9 = 22$



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

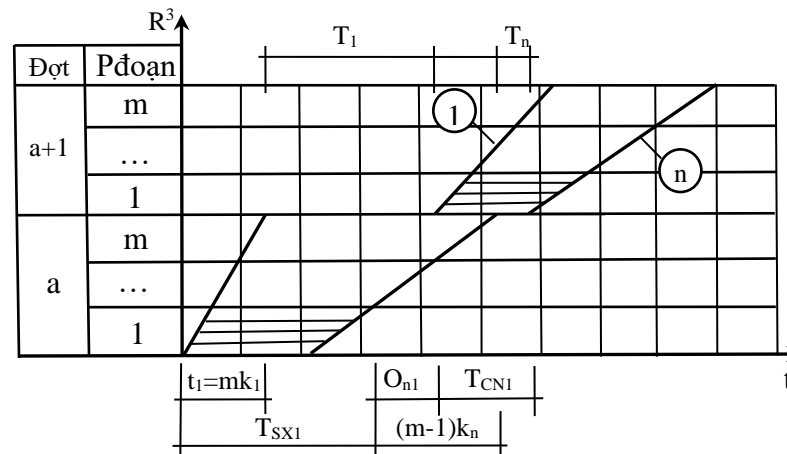
Đối với các công trình thi công theo đợt, khi dây chuyền chuyên môn hóa chuyển từ đợt nay sang đợt kia sẽ có một khoảng gián đoạn nào đó. Gián đoạn này có nguyên nhân từ 2 điều kiện sau:

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

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

a.) Dây chuyền khác nhịp.

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



Hình 3-8 Dây chuyền khác nhịp theo đợt.

- **Tìm T₁**: Từ biểu đồ chu trình như hình vẽ 3-8, ta có:

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

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

Với
$$T_{sx1} = \sum k_i + (m-1) \sum (k_i - k_{i+1}) + \sum t_{cn}$$
 (phần 3.4.5.1, mục b: dc khác nhịp)

$$t_1 = m \times k_1$$
 : thời gian của dây chuyền thứ 1 trên đợt 1.

$$O_{n1} = (m-1)(k_n - k_1) + t_{cn-n1}$$
 : gián đoạn tổ chức khi ghép sát dây chuyền n đợt dưới và dây

chuyên 1 đợt trên, xác định như ghép sát dây chuyền khác nhịp. Và t_{cn-n1} là gián đoạn công nghệ nếu có giữa dây chuyên 1 đợt trên với bất kỳ dây chuyên nào ở đợt dưới.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

và $T_n^p = T_n + |T_1| + |T_n|$

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

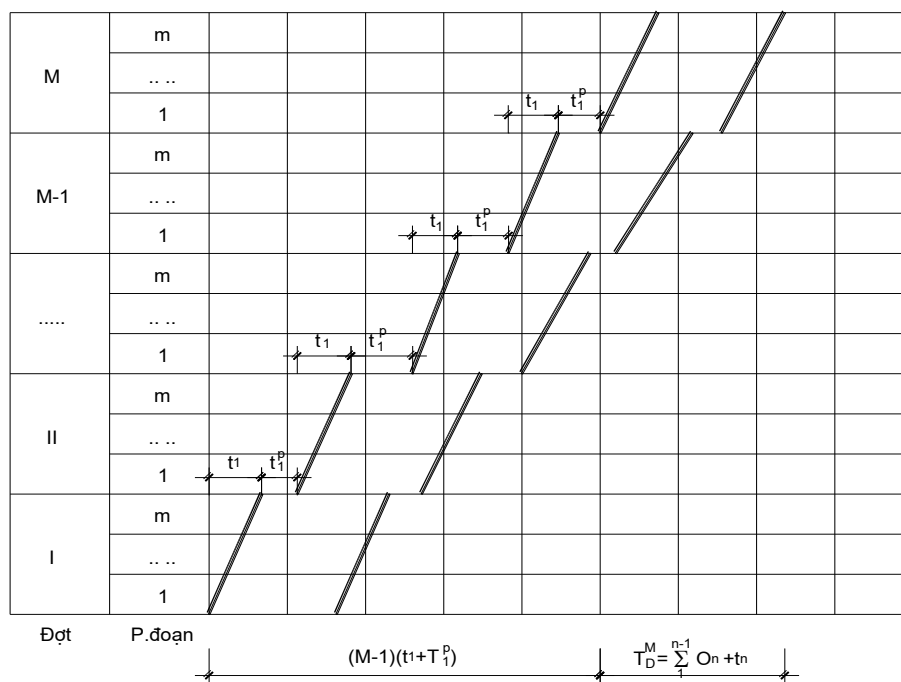
$$T_1 = \sum k_i + \sum t_{cn} - m \times k_1 + t_{cn-n1} = nk - mk + \sum t_{cn} + t_{cn-n1}$$

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

$$m = n + \left(\sum t_{cn} + t_{cn-n1} \right) / k$$

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

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



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

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

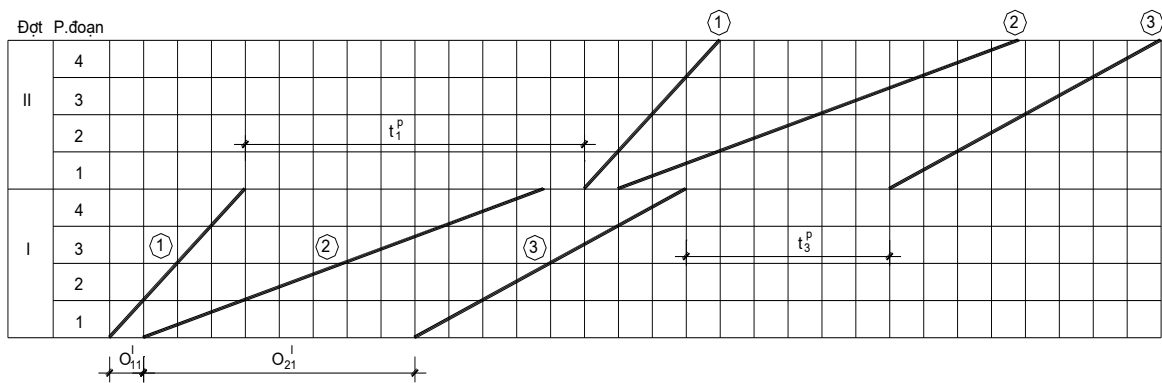
Giải:

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

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

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

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



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

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

$$= (1+3+2) - 4 \times 1 + (4-1) \left[(1-3) + (3-2) + (2-1) \right] + 2 + 0 = 10 > 0.$$

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

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

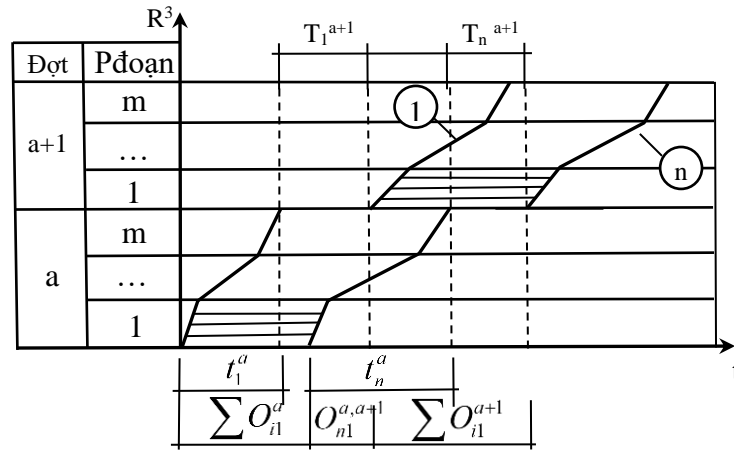
Suy ra $T_1^p = 10, T_3^p = 6$

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

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

b.) Dây chuyền nhịp biến.

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



Hình 3-9 Dây

chuyển nhip biến

theo đợt.

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

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

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

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

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

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

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

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

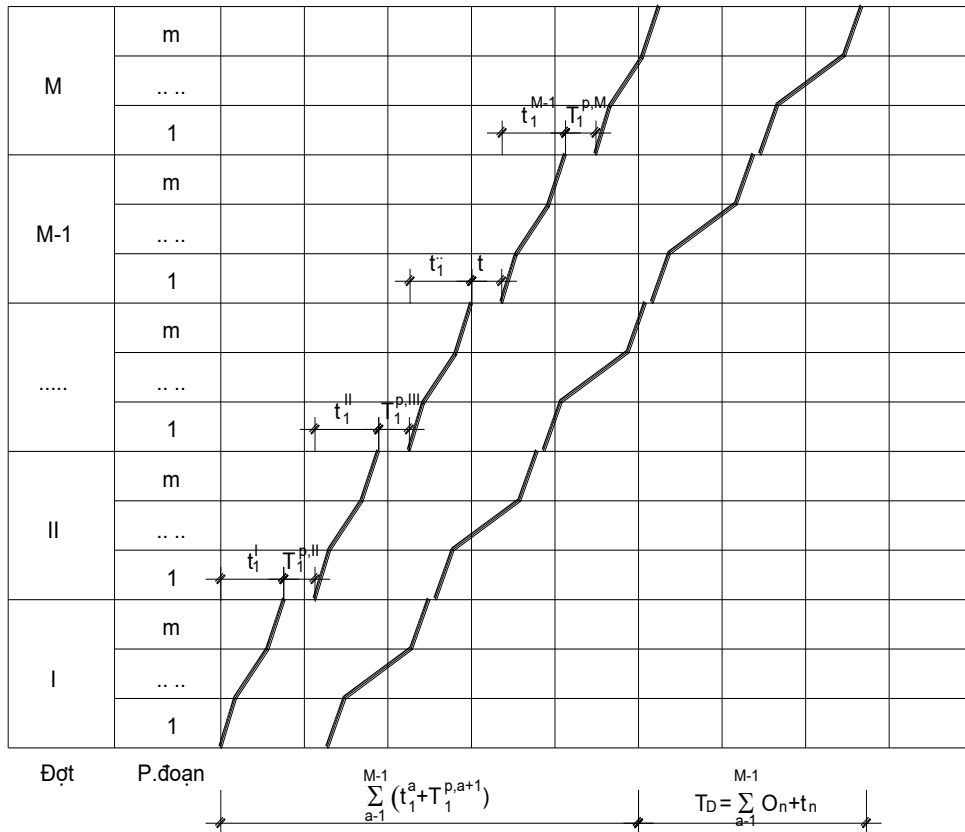
Gián đoạn khi chuyển đợt theo kế hoạch (các giá trị trong dấu tuyệt đối chỉ có khi nó âm).

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

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

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

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



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

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

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

		1	2	3	
II	Ph.đoạn	1	1	2	2
		2	3	3	1
		3	2	1	3
		4	1	2	1

Giải:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Bảng 1 ($\sum_1^j k_{ij}$)

Bảng 2 (O_{i1})

	1	2	3	1^{II}		1-2	2-3	3-1^{II}
1	2	1	2	1	1	2	1	2
2	3	3	5	4	2	2	1	4
3	5	4	6	6	3	2	-1	2
4	8	7	8	7	4	4	1	2
T_i	8	7	8	7	max	4	1	4
					t_{cn}	0	2	0
					O_{i1}	4	3	4

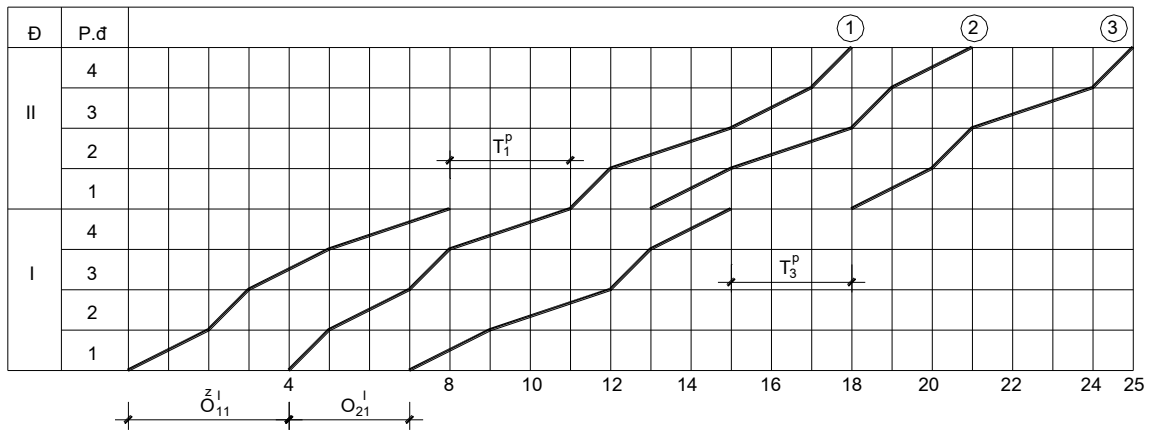
	1	2	3
1	0 2 2	4 2 5	7 2 9
2	2 1 3	5 2 7	9 2 12
3	3 2 5	7 2 8	12 4 13
4	5 3 8	8 3 11	13 2 15
T_i	8	7	8

Hình 3-10 Phối hợp trong đợt I.

	1	2	3		1-2	2-3
1	1	2	2	1	1	2
2	4	5	3	2	2	3
3	6	6	6	3	1	3
4	7	8	7	4	1	2
T_i	7	8	7	max	2	3
				t_{cn}	0	2
				O_{i1}	2	5

	1	2	3
1	11 1 12	13 1 2 15	18 3 2 20
2	12 3 15	15 3 18	20 2 1 21
3	15 2 17	18 1 1 19	21 2 3 24
4	17 1 18	19 1 2 21	24 3 1 25
T_i	7	8	7

Hình 3-11 Phối hợp trong đợt II.



Bài 8

Công tác lắp ghép và bố trí thiết bị xây dựng trên công trường

8.1. Khái niệm chung

Các máy móc thiết bị thi công xây dựng ngày càng được sử dụng rộng rãi trên các công trường xây dựng nhằm đáp ứng nhu cầu hiện đại hóa công nghệ thi công xây dựng. Việc nghiên cứu để bố trí và sử dụng một cần trục hay một thiết bị thi công cụ thể sẽ có chỉ dẫn ở catalog hoặc ở các bản vẽ công nghệ xây dựng. Ở đây chỉ trình bày những nguyên tắc chung, các chỉ dẫn cần thiết để bố trí và sử dụng một số thiết bị xây dựng thường gặp ở các công trường xây dựng.

- Cần trục: cần trục tháp và cần trục tự hành.
- Thăng tải để vận chuyển vật liệu lên cao.
- Thang máy để vận chuyển người.
- Trạm, máy trộn vữa: vữa bê tông, vữa xây trát...

8.2. 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.

6.2.1 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 cầu 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.

a.) Cần trục tháp chạy trên ray. Hình vẽ 6-1.

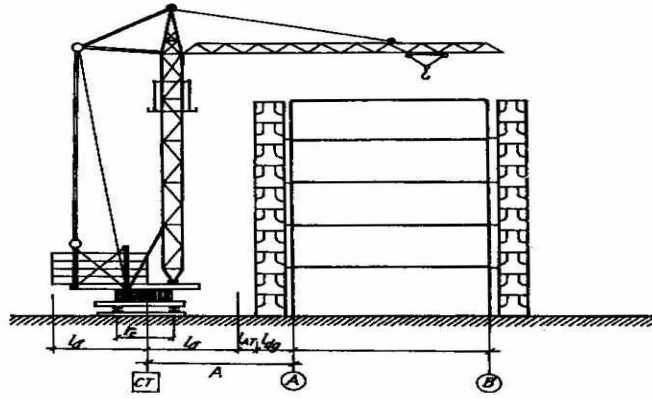
Khoảng cách từ trọng tâm của cần trục tới trục biên của công trình:

$$A = l_d + l_{AT} + l_{dg}, (m)$$

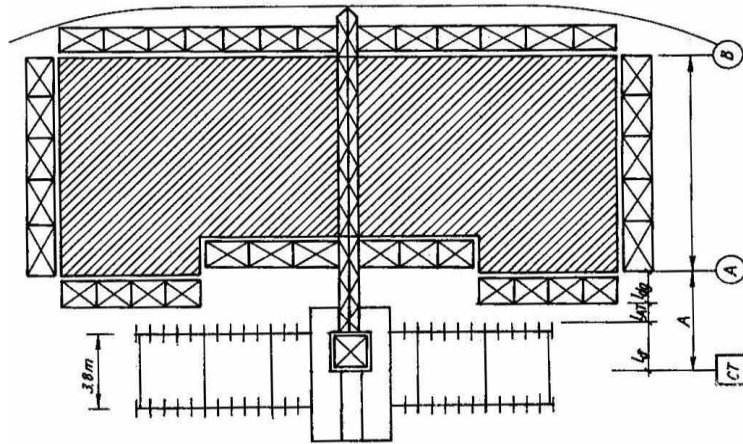
Với l_d chiều dài của đối trọng từ tâm quay tới mép biên ngoài của đối trọng.

l_{AT} khoảng cách an toàn, lấy khoảng 1m.

l_{dg} chiều rộng của dàn giáo, cộng khoảng hở để thi công.



Hình 6-1a. Bố trí cần trục tháp chạy trên ray có đối trọng ở dưới.



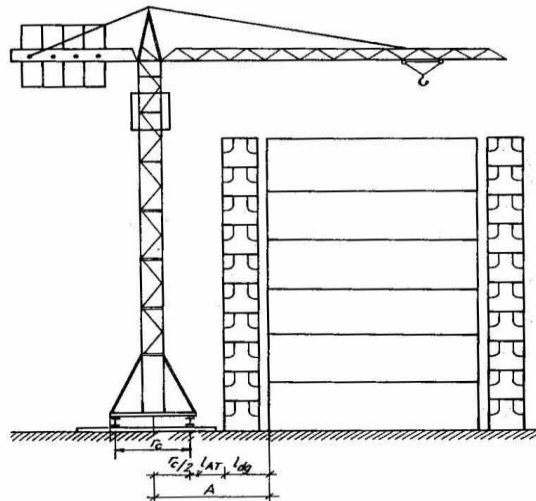
Hình 6-1b. Mặt bằng bố trí cần trục tháp chạy trên ray có đối trọng ở dưới.

b.) 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 6-2. Khoảng cách từ trọng tâm cần trục tới mép ngoài công trình:

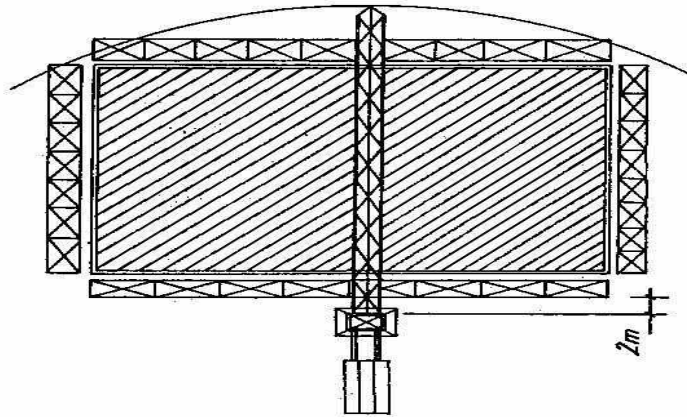
$$A = \frac{r_c}{2} + l_{AT} + l_{dg}, (m)$$

Với r_c chiều rộng của chân đế cần trục;



Hình 6-2. 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 6-3.



Hình 6-3. 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 6-4. $A = A' + C + r_c / 2$ với:

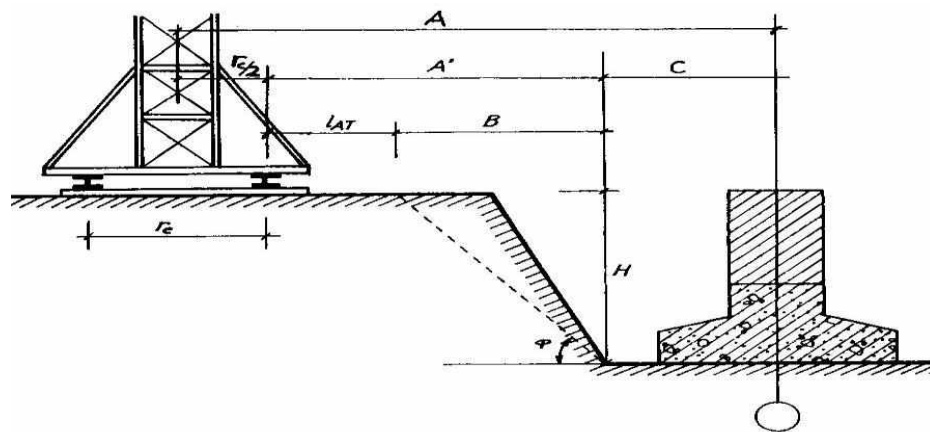
$$A' = l_{AT} + B = l_{AT} + H \cot g\varphi$$

Với 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.

Φ _góc của mặt trượt tự nhiên của đất tính theo lý thuyết.



Hình 6-4. Vị trí cần trục tháp loại chạy trên ray khi thi công phần ngầm.

6.2.1 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 TMBXD 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.

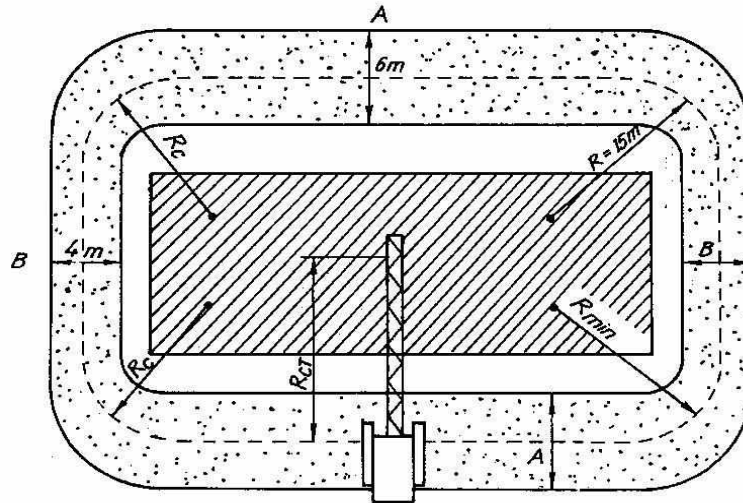
Ví dụ trường hợp cần trục chạy quanh công trình như hình 6-5, trong đó:

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 6-5. Đường đi của cần trục bánh xích trên TMBXD.

8.3. 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.

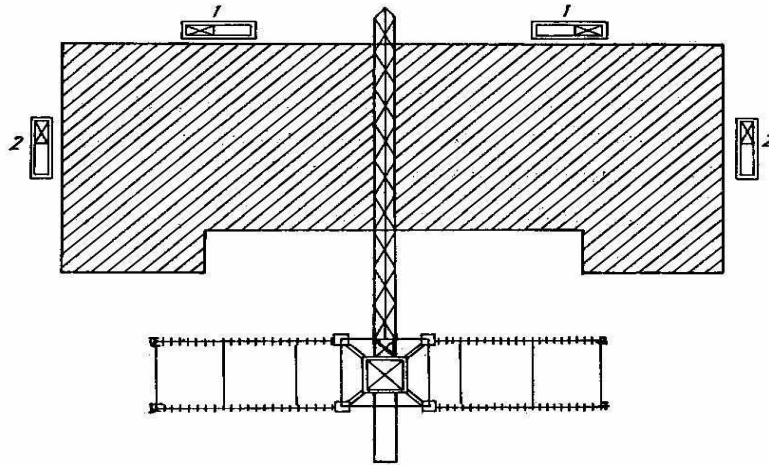
8.3.1 Thang tải.

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.

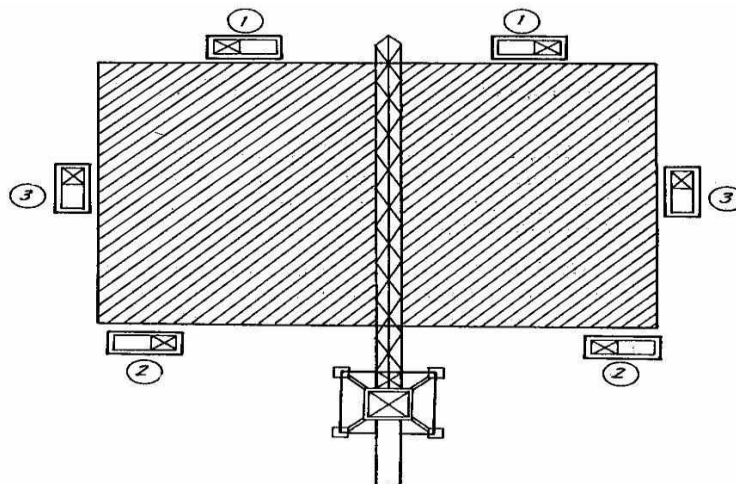
Ở công trình vừa có cần trục tháp vừa có thang tải thì:

- 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 thăng 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 thăng tải cùng phía cần trục nhưng càng xa cần trục càng tốt (cần trục ở trung tâm, thăng tải ở hai đầu hồi...).



Hình 6-5. Bố trí thăng tải khi có cần trục chạy trên ray
(1_MB rộng, 2_MB hẹp).



Hình 6-6. 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.

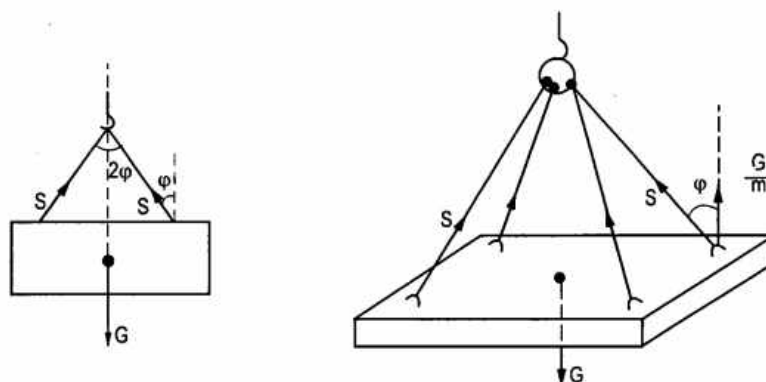
8.3.2 Thang máy

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 ôtô...đảm bảo khả năng quan sát.

Phần 2: Các bài toán trong thi công lắp ghép

Bài toán 3.1: Chọn dây cáp



Hình 3.1

Nội lực S trong mỗi nhánh dây khi cầu một vật nặng G tính bằng công thức:

$$S = \frac{G}{m \cdot n \cdot \cos \varphi} = \frac{G}{m \cdot n} \cdot a \quad \left(a = \frac{1}{\cos \varphi} \right)$$

φ	30°	45°	60°
a	1,15	1,42	2

G - trọng lượng vật cầu; n - số nhánh dây cầu;

m - hệ số không đều hòa trong các nhánh dây:

khi $n = 1 \div 2$ thì $m = 1$

$n = 4 \div 8$ thì $m = 0,75$

φ - góc nghiêng của nhánh dây so với đường thẳng đứng;

a - hệ số phụ thuộc góc nghiêng của nhánh dây.

Chế độ làm việc của dây cáp	Hệ số an toàn K
- Dây cáp giằng cột trụ, tháp	3,5
- Dây cáp nâng vật của máy tời quay tay	4,5
chạy bằng động cơ: nhỏ	4,5
trung bình	5,5
lớn	6
- Dây cầu vật có móc hoặc khuyên ở hai đầu (không cuốn bó lấy vật)	6
- Dây cầu cuốn bó lấy vật	8

Lực thiết kế dây cáp (lực làm đứt dây cáp):

$$R = K \cdot S$$

K - hệ số an toàn;

Ví dụ 1: Chọn đường kính dây cáp dùng làm dây neo giằng cột trụ, nội lực trong dây này là: 2000kG.

Dây cáp dùng làm dây neo giếng thuộc loại dây cáp cứng, cấu trúc $6 \times 19 + 1$ (xem bảng 3.1 tính năng kỹ thuật của các dây cáp). Hệ số an toàn K lấy bằng 3,5.

Lực thiết kế dây: $R = K.S = 3,5 \times 2000 = 7000kG$

Giả sử sợi thép trong cáp có cường độ chịu kéo là $\sigma = 140kG/mm^2$, tra bảng tính năng kỹ thuật của các loại cáp cứng, ta chọn cáp chịu được lực kéo đứt là 8620kG, với đường kính là 14mm, trọng lượng mỗi mét dài của cáp là 0,69kg.

Làm bài toán ngược lại, nếu công trường có sẵn loại cáp đường kính 14mm này rồi, thì tải trọng cho phép của nó là:

$$S = 8620 : 3,5 = 2466kG$$

Ví dụ 2: Chọn loại và đường kính dây cáp chế tạo thành một dây cầu hai nhánh, mang một vật nặng $G = 2000kg$; góc nghiêng của mỗi nhánh dây là $\varphi = 30^\circ$.

Với góc $\varphi = 30^\circ$, thì hệ số $a = 1,15$.

Nội lực trong mỗi nhánh dây là: $S = \frac{2000}{2} \times 1,15 = 1150kG$

Chọn dây cáp mềm, cấu trúc $6 \times 37 + 1$ để làm dây cầu cuốn bó lấy vật:

Hệ số an toàn lấy là: $K = 8$

Lực thiết kế dây là: $R = 1150 \times 8 = 9200kG$

Giả sử sợi thép trong cáp có cường độ chịu kéo $\sigma = 150kG/mm^2$, khi tra bảng ta sẽ chọn được loại cáp chịu được lực kéo đứt là: 10450kG, với đường kính là - 15,5mm.

Trường hợp góc nghiêng φ của mỗi nhánh dây cầu không phải là 30° , mà là 60° , thì:

Hệ số a là 2

Nội lực trong mỗi nhánh dây là:

$$S = \frac{2000}{2} \times 2 = 2000kG$$

Lực thiết kế dây: $R = 2000 \times 8 = 16000kG$

Khi này đường kính cáp phải là: 19,5mm.

Bảng 3.1. Bảng tính năng kỹ thuật của dây cáp

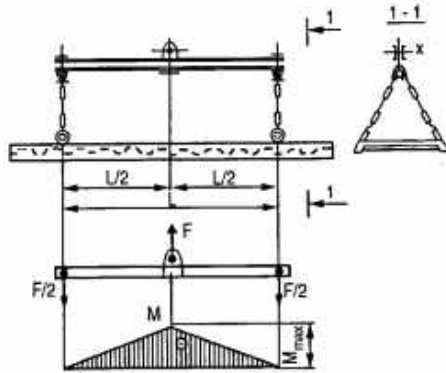
Đường kính cáp (mm)	Trọng lượng mét dài cáp (kg)	Lực làm đứt dây cáp R (kG) khi cường độ chịu kéo của sợi thép là kG/mm ²			
		140	150	160	170
<i>l</i>	2	3	4	5	6
Cáp cứng cấu trúc 6 × 19 + 1					
11,0	0,42	5240	5590	5960	6340
12,5	0,54	6800	7310	7790	8270
14,0	0,69	8620	9220	9850	10450
15,5	0,85	10600	11350	12150	12900
17,0	1,03	12850	13750	14700	15600
18,5	1,22	15300	16400	17500	18550
20,0	1,43	17950	19250	20550	21800
22,0	1,66	20850	22350	23800	25300
23,5	1,90	23800	25500	27250	28950
25,0	2,17	27200	29150	31150	33100
26,5	2,45	30750	32950	35750	37350
28,0	2,75	34400	36850	39350	41800
31,0	3,40	42550	45600	48650	51700
Cáp mềm cấu trúc 6 × 37 + 1					
8,7	0,26	3200	3430	3660	3890
11	0,41	4990	5340	5700	6060

Bảng 3.1 (tiếp theo)

<i>l</i>	2	3	4	5	6
13	0,59	7200	7720	8240	8730
15,5	0,80	9790	10450	11150	11850
17,5	1,05	12750	13700	14600	15500
19,5	1,33	16150	17300	18450	19650
22,0	1,65	20050	21500	22950	24350
24,0	1,99	24300	26000	27750	29500
26,0	2,38	29000	31100	33150	35250
28,5	2,67	33750	36200	38600	41000
30,5	3,22	39350	42150	45000	47800
32,5	3,68	45000	48250	51450	54650

Bài toán 3.2: Tính đòn treo

Ví dụ 1: Xác định sức căng của một đòn treo, dài 8,2m, dùng để nâng những kết cấu bê tông cốt thép lớn, làm bằng hai thanh thép hình U N°30, $R = 24000 \text{ kG/cm}^2$, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 0,85$ (hình 3.2).



Hình 3.2

Trọng lượng vật cẩu tác dụng vào đòn treo dưới dạng hai lực tập trung $F/2$ hướng xuống dưới và được cân bằng bằng một lực F hướng ngược lên. Như vậy thì đòn treo làm việc như một dầm đơn giản đặt trên hai gối tựa, chịu tác dụng của một lực tập trung ở chính giữa dầm.

Mômen uốn lớn nhất trong tiết diện đòn treo:

$$M_{max} = \frac{F \cdot l}{4} = \frac{F \cdot \gamma_a \cdot k_d \cdot l}{4}$$

γ_a - hệ số an toàn; $\gamma_a = 1,1$;

k_d - hệ số động học; $k_d = 1$.

$$M_{max} = \frac{F \times 1,1 \times 1,1 \times 8,2}{4} \approx 2,5F$$

Xác định khả năng chịu lực của đòn (mômen uốn tới hạn) khi đã biết tiết diện và kháng lực tính toán R , bằng công thức:

$$M_{max} \leq R \cdot \gamma_c \cdot W; \quad 2,5F \leq R \cdot \gamma_c \cdot W;$$

Từ đó tính ra sức cẩu của đòn treo:

$$\begin{aligned} F &\leq R \cdot \gamma_c \cdot W / 2,5 = R \cdot \gamma_c \cdot 2W_x / 2,5 = R \cdot \gamma_c \cdot W / 1,25 \\ &= 2400 \times 0,85 \times 387 / 1,25 = 6,44 \times 10^3 \text{kg} \approx 6,5T \end{aligned}$$

trong đó: $W_x = 387 \text{cm}^3$ - mômen kháng của một thanh thép hình U (tra bảng về thép hình U) cỡ N°30.

Trọng lượng đòn treo: $31,8 \text{ kg/m} \times 8,2 \times 2 = 521,5 \text{kg}$

Bảng tra thép hình U:

N ^o thép hình	Trọng lượng 1m dài	W _x
16	14,2	93,4
18	16,3	121
20	18,4	152
22	21	192
24	24	242
27	27,7	308
30	31,8	387
33	36,5	484
36	41,9	601
40	48,3	761

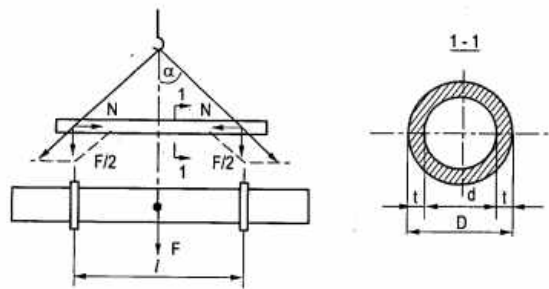
Ví dụ 2: Xác định sức cầu của một thanh đòn ngang treo bằng hai nhánh dây cáp, có góc nghiêng so với đường thẳng đứng là $\alpha = 45^\circ$ (hình 3.3).

Thanh ngang này làm bằng thép ống, đường kính ngoài $D = 102\text{mm}$, thành ống dày $t = 6\text{mm}$, chiều dài thanh $l = 4\text{m}$, loại thép CT-3, kháng lực tính toán $R = 2350\text{ kG/cm}^2$.

Hệ số động học: $k = 1,1$.

Hệ số điều kiện làm việc: $\gamma = 0,85$.

Trọng lượng vật cầu là F .



Hình 3.3

Thanh đòn có nhiệm vụ văng ngang để cho vật treo không bị biến dạng do các dây cầu xiên tác dụng vào vật treo.

$$\text{Nội lực trong thanh đòn: } N = \frac{F}{2} \operatorname{tg} \alpha = \frac{F}{2} \operatorname{tg} 45^\circ = \frac{F}{2}$$

$$\text{Từ đó rút ra: } F = 2N \quad (a)$$

Khả năng sử dụng thanh đòn này bị giới hạn bởi điều kiện ổn định:

$$N_{gh} = \varphi R \gamma A \quad (b)$$

R – kháng lực nén của thép;

φ – hệ số uốn dọc;

γ – hệ số điều kiện làm việc;

A – tiết diện ngang của ống thép

$$A = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = \frac{\pi}{4} [D^2 - (D - 2t)^2] =$$

$$= \frac{\pi}{4} [10,2^2 - (10,2 - 2 \times 0,6)^2] = 18,1 \text{ cm}^2$$

Mômen quán tính của ống tính bằng công thức sau:

$$J = \frac{\pi}{64} (D^2 - d^2) = \frac{\pi}{64} [10,2^4 - (10,2 - 2 \times 0,6)^4] = 209 \text{ cm}^4$$

Bán kính quán tính: $i = \sqrt{J/A} = \sqrt{209/18,1} = 3,4 \text{ cm}$

Độ mảnh: $\lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{1 \times 400}{3,4} \approx 118$

Hệ số uốn dọc φ tìm bằng cách tra bảng 3.2. Với $\lambda = 118$, $R = 2350$ ta tìm được: $\varphi = 0,437$.

Khả năng chịu lực của thanh đòn treo này tính theo công thức (a):

$$F_{gh} = 2N_{gh} = 2 \times 0,437 \times 2350 \times 0,85 \times 18,5 \approx 31400 \text{ kg}$$

Đòn treo này có thể cầu được những vật nặng tới 30 tấn.

Bảng 3.2

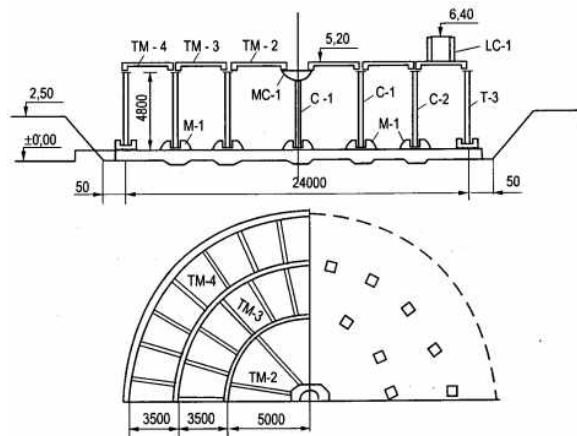
Độ mảnh	Hệ số uốn dọc của các thanh chịu nén bằng thép với cường độ tính toán R (kG/cm ²) như sau:						
	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4400
0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10	0,988	0,987	0,985	0,984	0,983	0,982	0,981
20	0,967	0,962	0,959	0,955	0,952	0,949	0,946
30	0,939	0,931	0,924	0,917	0,911	0,905	0,900
40	0,906	0,894	0,883	0,873	0,863	0,854	0,846
50	0,869	0,852	0,836	0,822	0,809	0,796	0,785
60	0,827	0,805	0,785	0,766	0,749	0,721	0,696
70	0,782	0,754	0,724	0,687	0,654	0,623	0,595
80	0,734	0,686	0,641	0,602	0,566	0,532	0,501
90	0,665	0,612	0,565	0,522	0,483	0,447	0,413
100	0,599	0,542	0,493	0,448	0,408	0,369	0,335
110	0,537	0,478	0,427	0,381	0,338	0,306	0,280
120	0,479	0,419	0,366	0,321	0,287	0,260	0,237
130	0,425	0,364	0,313	0,276	0,247	0,223	0,204
140	0,376	0,315	0,272	0,240	0,215	0,195	0,178
150	0,328	0,276	0,239	0,211	0,189	0,171	0,157
160	0,290	0,244	0,212	0,187	0,167	0,152	0,139
170	0,259	0,218	0,189	0,167	0,150	0,136	0,125
180	0,233	0,196	0,170	0,150	0,135	0,123	0,112
190	0,210	0,177	0,154	0,136	0,122	0,111	0,102
200	0,191	0,161	0,140	0,124	0,111	0,101	0,093
210	0,174	0,147	0,128	0,113	0,102	0,093	0,085
220	0,160	0,135	0,118	0,104	0,094	0,086	0,077

Bài toán 3.3: Chọn cần trục lắp ghép

Chọn một cần trục để lắp ghép toàn bộ cấu kiện đúc sẵn (bảng 3.3) của một bể chứa nước $2000m^3$ (hình 3.4).

Bảng 3.3

Các loại cấu kiện	Ký hiệu cấu kiện	Số lượng	Trọng lượng (tấn)	
			Một cấu kiện	Tổng cộng
Khối móng cột	M-1	27	0,3	8,1
Cột giữa	C-1	1	2,3	2,3
Cột	C-2	27	0,8	21,6
Mũ cột	MC-1	1	3,3	3,3
Tấm tường	T-3	48	2,5	120
Tấm mái và kích thước				
$3,12 \div 0,45 \times 4,25$	TM-2	10	3,3	3,3
$3,12 \div 1,82 \times 3,64$	TM-3	17	2,8	47,6
$3,13 \div 2,21 \times 3,49$	TM-4	24	2,2	52,8
Ống trụ lỗ cửa	LC-1	4	0,5	2
Tổng cộng		159		290,7



Hình 3.4

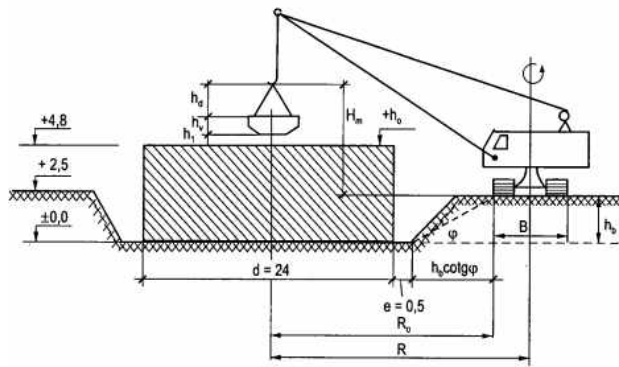
Ta xét hai phương án chọn cần trục lắp ghép:

Phương án 1: Cần trục chạy trên bờ hồ móng và lắp ghép toàn bộ các cấu kiện của bể chứa.

Phương án 2: Cần trục chạy trên đáy bể và lắp ghép phần công trình ở chính giữa có đường kính 10m (để cần trục còn có chỗ chạy quanh trong hồ đào) sau đó cần trục chạy trên mặt đất để lắp ghép tường và các tấm mái ngoài rìa còn lại.

Phương án 1: Cần trục chạy trên bờ hồ đào

1. Ấn định các thông số cấu lắp (hình 3.5)



Hình 3.5

Ở đây cấu kiện nặng nhất lại ở xa nhất đối với trục quay của máy, đó là khối mũ cột ở chính giữa bể chứa, ta chọn các thông số cấu lắp theo cấu kiện này là đủ.

Trọng lượng vật cầu: $Q_0 = 3,3 \text{ tấn}$

Chiều cao nâng móc cầu: $H_m = h_0 + h_j + h_v + h_d$

$$H_m = (4,8 - 2,5) + 1,0 + 0,35 + 2,5 = 6,15$$

Độ với thiết kế (tính đến mép bánh xe cần trục):

$$R_0 = \frac{d}{2} + e + h_b \cot g \varphi = \frac{24}{2} + 0,5 + 2,5 \cot g 45^\circ = 15 \text{ m}$$

2. Chọn cần trục

Độ với thiết kế là 15m, thì tay cần phải dài trên 20m. Theo sổ tay cần trục ta chọn những cần trục tự hành nào có tay cần dài từ 20m trở lên, có sức trục lớn hơn 3,3 tấn ở độ với khoảng 15m.

Chọn ra được hai loại cần trục sau:

- Cần trục tự hành bánh xích CKG-25, ta cần dài $L=20\text{m}$ và chiều rộng của hai bánh xe $B=4,1\text{m}$.
- Cần trục tự hành bánh hơi K-252, tay cần dài $L=25\text{m}$ và chiều rộng bánh xe $B=4,2\text{m}$.

Kiểm tra xem các tính năng kỹ thuật của cần trục có đáp ứng được các thông số cấu lắp cấu kiện không:

- Đối với cần trục CKG-25:

$$R_0 = \frac{d}{2} + e + h_b \cot g \varphi + \frac{B}{2} = \frac{24}{2} + 0,5 + 2,5 \cot g \varphi + \frac{4,1}{2} = 17,05 \text{ m}$$

Tra đồ thị tính năng cần trục ở độ với $R = 17,05\text{m}$, ta được:

$$h = 13 \text{ m} > H_m = 6,15 \text{ m}$$

$$Q = 4,5 \text{ tấn} > Q_0 = 3,3 \text{ tấn}$$

- Đối với cần trục K-252

$$R_0 = \frac{d}{2} + e + h_b \cot g \varphi + \frac{B}{2} = \frac{24}{2} + 0,5 + 2,5 \cot g \varphi + \frac{4,2}{2} = 17,10 \text{ m}$$

Tra sổ tay ta có:

$$H = 18,5 \text{ m} > H_m = 6,15 \text{ m}$$

$$Q = 3,35 \text{ tấn} = Q_0 = 3,3 \text{ tấn}$$

Giá thuê một ca máy của cần trục CKG-25 là 1.900 đồng, còn giá thuê của cần trục K-252 là 2.700 đồng (xem phụ lục 1), vậy ta chọn loại cần trục thứ nhất.

3. Xác định các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của phương án lắp ghép

Ở đây yêu cầu xác định ba chỉ tiêu sau:

- Thời gian làm việc của cần trục tại công trường
- Giá thành lắp ghép một tấn cấu kiện
- Hệ số tận dụng sức cầu

a) Thời gian làm việc của cần trục tại công trường:

$$T = \frac{V}{N_s} + \Sigma t_c$$

V - tổng khối lượng lắp ghép;

N_s - năng suất sử dụng của cần trục trong 1 ca;

Σt_c - thời gian tháo, lắp và chạy thử của cần trục.

Năng suất cần trục tính bằng công thức:

$$N_s = q \cdot \frac{480}{t_{ch}} \cdot K_t$$

q - trọng lượng bình quân một đơn vị cấu lắp, tấn;

t_{ch} - thời gian trung bình trên một chu kỳ thao tác của cần trục (tức thời gian trung bình một lần cấu lắp), phút;

K_t - hệ số sử dụng cần trục theo thời gian ($K_t = 0,7 - 0,85$);

480 - thời gian một ca, tính bằng phút.

Bây giờ tìm cách xác định mấy đại lượng mới này:

- Trọng lượng bình quân một đơn vị cấu lắp:

$$q = \frac{290,7}{159} = 1,8 \text{ tấn}$$

- Thời gian một chu kỳ thao tác (tính theo phút), lấy theo số liệu cho trong bảng 3.4.

Thời gian trung bình một chu kỳ thao tác của cần trục:

$$t_{ch} = \frac{t_1 N_1 + t_2 N_2 + t_3 N_3 + t_4 N_4}{N_1 + N_2 + N_3 + N_4} = \frac{19 \times 27 + 77 \times 28 + 24 \times 48 + 25 \times 52}{27 + 28 + 48 + 52} \approx 33 \text{ phút}$$

Bảng 3.4

	Lắp móng	Lắp cột	Lắp tấm tường	Lắp tấm mái
Thời gian thao tác của công nhân (buộc, chỉnh, tháo dây)	15	72	21	21
Thời gian hoạt động của máy	4	5	3	4
Thời gian một chu kỳ (phút) t_n	19	77	24	25

Năng suất cần trục:

$$N_s = q \cdot \frac{480}{t_{ch}} \cdot K_t = 1,8 \times \frac{480}{33} \times 0,82 = 18,8 \text{ tấn/ca}$$

Thời gian lắp ghép toàn bộ các kết cấu bê chứa:

$$T = \frac{290,7}{18,8} = 15 \text{ ca}$$

Thời gian thay đổi tay cần của cần trục CKG-25 lấy theo sổ tay cần trục như sau:

Thời gian lắp cần:	23 giờ công
Thời gian tháo cần:	16 giờ công
Thời gian chạy thử:	10% thời gian lắp cần

Đội công nhân tháo lắp cần gồm 4 người: $\Sigma t_c = \frac{23+23 \times 0,1+16}{7 \times 4} = 1,5 \text{ ca}$

Tổng thời gian làm việc của cần trục tại công trường:

$$T = 15 + 1,5 \approx 17 \text{ ca}$$

b) Giá thành lắp ghép một tấn cấu kiện (không kể các công tác chuẩn bị khác)

$$G = \frac{1,08G_{cm} + 1,5\Sigma C}{N_s}$$

G_{cm} - giá thuê một ca máy cần trục CKG-25;

ΣC - tổng tiền công lao động của các công nhân lắp ghép. Thành phần của tổ công nhân này gồm 5 người (1 người bậc 5, 1 người bậc 4, 3 người bậc 3).

$$\Sigma C = 64 + 57 + 50 \times 3 = 271 \text{ đồng}$$

1,08 - hệ số phụ phí cho các trực tiếp phí khác;

1,5 - hệ số phụ phí về tiền công.

Giá thành lắp ghép một tấn cấu kiện bằng cần trục CKG-25 là:

$$G = \frac{1,08 \times 1900 + 1,5 \times 271}{18,8} = 131,6 \text{ đồng}$$

a) Hệ số tận dụng sức cầu (khi cần trục lắp ghép nhiều loại cấu kiện), xác định bằng công thức:

$$K = \frac{k_1 n_1 + k_2 n_2 + \dots + k_i n_i}{n_1 + n_2 + \dots + n_i}$$

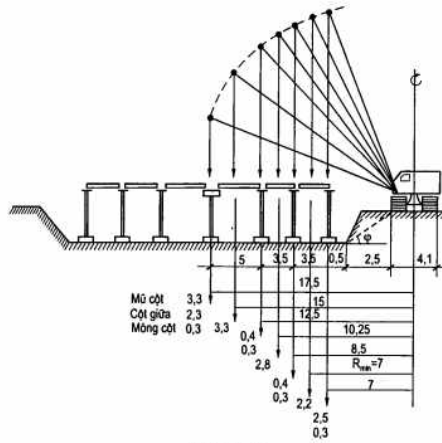
n_1, n_2, \dots, n_i - số lượng từng loại cấu kiện;

k_1, k_2, \dots, k_i - hệ số tận dụng sức cầu khi cần trục lắp ghép từng loại cấu kiện i.

$$k_1 = \frac{g_1}{Q_1}, k_2 = \frac{g_2}{Q_2}, \dots, k_i = \frac{g_i}{Q_i}$$

g_i - trọng lượng cấu kiện loại i; Q_i - sức trục ở độ với thiết kế.

Theo hình 3.6, lập bảng 3.5.



Hình 3.6

Bảng 3.5

Cấu kiện	Số lượng n	Trọng lượng g	Độ với thiết kế R	Sức cầu ở độ với thiết kế (tấn)	Hệ số tận dụng sức cầu khi lắp từng loại cấu kiện k_i
1	2	3	4	5	6
TM-2	10	3,3	15	6,2	$k_i = \frac{3,3}{6,2} = 0,53$
TM-3	17	2,8	10,25	10,8	$= \frac{2,8}{10,8} = 0,26$
TM-4	24	2,2	$R_{\min} = 7$	17,0	$= \frac{2,2}{17} = 0,13$
MC-1	1	3,3	17,5	4,5	$= \frac{3,3}{4,5} = 0,73$
C-1	1	2,3	17,5	4,5	$= \frac{2,3}{4,5} = 0,51$
C-2	10	0,8	12,5	8,0	$= \frac{0,8}{8} = 0,10$
C-2	17	0,8	8,5	14,0	$= \frac{0,8}{14} = 0,06$

Bảng 3.5 (tiếp theo)

1	2	3	4	5	6
M-1	10	0,3	12,5	8,0	$k_i = \frac{0,3}{8} = 0,04$
M-1	17	0,3	8,5	14,0	$= \frac{0,3}{14} = 0,02$
T-3	48	2,5	R_{\min}	17,0	$= \frac{2,5}{17} = 0,15$
LC-1	4	0,5	R_{\min}	17,0	$= \frac{0,5}{17} = 0,03$

Hệ số tận dụng sức cầu của trục cần CKG-25

$$K = \frac{0,53 \times 10 + 0,26 \times 17 + 0,13 \times 24 + 0,73 \times 1 + 0,51 \times 1 + 0,1 \times 10}{10 + 17 + 24 + 1 + 1 + 10 + 17 + 10 + 17 + 48 + 4} + \frac{0,06 \times 17 + 0,04 \times 10 + 0,02 \times 17 + 0,15 \times 48 + 0,03 \times 4}{10 + 17 + 24 + 1 + 1 + 10 + 17 + 10 + 17 + 48 + 4} = 0,15$$

Dùng một cần trục để lắp quá nhiều loại cấu kiện nên hệ số K thấp.

Phương án II: Cần trục chạy ở đáy và trên bờ hố đào

1. Ấn định các thông số cầu lắp (hình 3.7)

a - khoảng cách từ cột ở gần cần trục đến đường thẳng đứng đi qua móc cầu.

$$\operatorname{tg}\alpha = \sqrt[3]{\frac{H - c + e}{a}} = \sqrt[3]{\frac{4,8 - 1,6 + 1,4}{2,1}} = 1,25$$

$$\alpha = 51^{\circ}20'$$

Chiều dài nhỏ nhất của tay cần là:

$$L_{\min} = l_1 + l_2 = \frac{4,8 + 1,4 - 1,6}{\sin 51^{\circ}20'} + \frac{\frac{4,2}{2} + 1,0}{\cos 51^{\circ}20'} = 9,61m$$

Ta chọn chiều dài tay cần: $L \geq 10m$.

Độ với R của tay cần:

$$R = \frac{4,8 - 1,4 + 1,6}{\operatorname{tg}\alpha} + \frac{4,2}{2} + 1 + 1,2 = 6,55m = 7m$$

ở đây 1,2 - khoảng cách từ khớp quay tay cần đến trục quay của cần trục.

Chiều cao nâng móc cầu H_m đủ để lắp cấu kiện vào vị trí:

$$H_m = 4,8 + 1,0 + 0,4 + 2,0 = 8,2m$$

Chiều cao tối đa nâng móc cầu, khi tay cần dài $L = 10m$ và chiều dài nhỏ của ròng rọc theo móc cầu $h_d = 1,2$:

$$H_{\max} = L \sin \alpha + c - h_d = 10 \sin 51^{\circ}20' + 1,6 - 1,2 = 8,21m$$

Như vậy là cần trục mang tay cần $L = 10m$, đã có đủ độ cao để lắp tấm mái vào vị trí.

b) Khi cần trục chạy trên bờ hố đào, để lắp phần bệ chứa còn lại, nó phải với xa hơn độ với nhỏ nhất của nó, vì còn cách rãnh đào.

Những cấu kiện lắp ghép trong đợt II này là TM-3, TM-4, T-3 và LC-1, trong đó thì tấm mái TM-3 là cấu kiện vừa nặng nhất (2,8 tấn) vừa xa nhất.

$$Q = 2,8 \text{ tấn}$$

$$R = \frac{3,5}{2} + 3,5 + 0,5 + 2,5 \cdot \operatorname{cotg} 45^{\circ} + \frac{3,4}{2} \approx 10m$$

Chiều rộng B của các cần trục tự hành nhỏ, bánh hơi thường là $B = 3,4m$.

2. Chọn cần trục

Dựa theo các thông số cấu lắp đã xác định được ở trên, ta chọn cần trục lắp ghép theo những tính năng kỹ thuật của chúng (bảng 3.7).

Trong đợt II không xét các cấu kiện TM-4, T-3 và LC-1, vì chúng vừa nhẹ hơn, vừa gần cần trục hơn so với cấu kiện TM-3. Cần trục nào lắp được cấu kiện TM-3, sẽ lắp được các cấu kiện còn lại.

Bảng 3.7

Đợt	Tên và ký hiệu cấu kiện	Các thông số cấu lắp			Các loại cần trục sử dụng được	Tính năng kỹ thuật của cần trục			
		Trọng lượng (tấn)	Chiều cao nâng móc cầu (m)	Độ với thiết kế (m)		Sức trục Q	Chiều cao móc cầu H	Độ với R	Chiều dài tay cần L
I	Móng cột M-1	0,34	3,2	R_{min}	K-32	0,98	6,6	2,5	6,5
					E-303	0,49	7,4	3	7,5
	Cột C-1	2,32	7,7	R_{min}	K-32	2,45	10,3	2,5	9
					E-302	2,94	12	3	12,5
					E-303	2,7	12	4	12
	Tấm mái TM-2	3,34	8,1	7	K-104	4,02	8,1	7	10
K-102					4,9	8,4	7	10	
E-801					6,9	8,5	7	11	
II	Tấm mái TM-3	2,8	6,15	10	K-102	3,0	6,2	10	10
					E-801	4,6	6,5	10	11

Theo số liệu trong bảng 3.7 thì chỉ có hai cần trục:

K-102 với tay cần $L = 10m$

E-801 với tay cần $L = 11m$

đáp ứng được điều kiện lắp ghép công trình bể chứa này.

Việc chọn một trong số hai cần trục đó phải dựa trên sự so sánh các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật, cách tính các chỉ tiêu này đã trình bày trong trường hợp cần trục chạy trên bờ hố đào (phương án I).

Trong trường hợp cần trục chạy xuống đáy hố đào thì phải kể thêm công tác làm đường lên xuống cho cần trục và cũng có khi cần phải lát các tấm đường tạm cho cần trục đi trên tấm đáy bể.

Chú ý: Trên đây đã trình bày cách chọn một cần trục để xây lắp một bể chứa, với hai phương án thi công.

Khi cần thi công nhiều bể chứa như trên thì nên chọn hai loại cần trục và phân công chúng lắp ghép các cấu kiện theo trọng lượng nặng nhẹ khác nhau.

Bài toán 3.4: Tổ chức lắp ghép nhà công nghiệp một tầng

Những nhà công nghiệp một tầng bằng các kết cấu bê tông cốt thép đúc sẵn thường được phân chia thành nhiều phân đoạn lắp ghép. Các kết cấu trong mỗi phân đoạn được lắp ghép theo phương pháp tuần tự, nhưng toàn nhà nói chung mang tính chất lắp ghép tổng hợp và có thể chuyển giao mau chóng từng phân đoạn nhà cho các dạng công tác xây dựng khác và cho công tác lắp thiết bị.

Những phân đoạn lắp ghép khi cần trục di chuyển dọc nhà thường lấy là một gian khẩu độ của phân xưởng hay là một đoạn của gian khẩu độ đó nằm giữa các khe nhiệt. Chiều dài mỗi phân đoạn lắp ghép của nhà bê tông cốt thép đúc sẵn còn có thể xác định bởi điều kiện gián đoạn kỹ thuật giữa lúc

lắp cột và lắp các kết cấu khác lên cột, vì bê tông gắn chân cột vào chấu móng phải đạt tới 70% cường độ thiết kế mới được phép chịu lực.

a) Trường hợp lắp ghép nhà công nghiệp một tầng bằng một cần trục

Nếu cần trục di chuyển ở chính giữa khẩu độ, lắp cả hai hàng cột một lúc, ta có mối quan hệ giữa thời gian T lắp các cột trong một phân đoạn và thời gian gián đoạn kỹ thuật t_{min} như sau:

$$T \geq t_{min}$$

trong đó:

$$t_{min} = t_v + t_b$$

t_v - khoảng thời gian từ lúc lắp cột đến khi lắp vừa gắn chân cột, tính theo ngày;

t_b - thời gian bảo dưỡng bê tông mỗi nôi tính theo ngày.

Nếu cần trục không di chuyển ở chính giữa khẩu độ, mà di chuyển dọc hai bên khẩu độ, ta có quan hệ:

$$T \geq \frac{t_c}{t'_c} t_{min}$$

trong đó:

t_c - thời gian trung bình lắp các cột và lắp các kết cấu khác cùng một dây chuyền với cột, ở cả hai hàng cột (trung bình trong một ô gian nhà);

t'_c - thời gian trung bình lắp các kết cấu như trên trong lượt đi thứ hai của cần trục (khi cần trục di chuyển dọc hai bên khẩu độ).

Khi số lượng và loại kết cấu trong hai hàng của gian khẩu độ giống như nhau thì $t_c = 2t'_c$.

Hệ số $\frac{t_c}{t'_c}$ nêu lên ảnh hưởng của tốc độ lắp ghép từng hàng một đến thời gian gián đoạn kỹ thuật chung.

Tốc độ lắp ghép cột và tốc độ lắp ghép các kết cấu mái trong một phân đoạn có khác nhau nên quan hệ giữa T và t_{min} phải viết dưới dạng:

$$T \geq \alpha t_{min}$$

trong đó: $\alpha = \frac{t_c}{t_m}$

t_m - thời gian trung bình lắp các kết cấu mái trong một ô gian.

Nếu cần trục di chuyển dọc hai bên khẩu độ thì lấy $\alpha = \frac{t'_c}{t_m}$

Nếu $\frac{t'_c}{t_m} < 1$, thì lấy $\alpha = 1$.

Thời gian tối thiểu T_{min} lắp cột (đôi khi lắp cột và lắp các kết cấu khác cùng một dây chuyền với cột) trong một phân đoạn lắp ghép có thể xác định bằng công thức:

$$T = \alpha t_{min} \cdot \frac{t_c}{t'_c} = \alpha (t_v + t_b) \frac{t_c}{t'_c}$$

Ngoài ra nếu biết thời gian trung bình lắp một cột S (tính bằng giờ) và biết T_{min} thì có thể xác định số lượng cột tối thiểu N_{min} (đôi khi cả số các kết cấu khác) trong một phân đoạn lắp ghép từ công thức:

$$T_{min} = \frac{N_{min} \cdot S}{k_t \cdot g \cdot A}$$

trong đó: S - thời gian trung bình lắp một cột (giờ);

A - số ca làm việc trong ngày;

g - thời gian một ca, tính theo giờ;

k_t - hệ số sử dụng cần trục theo thời gian.

Ta có phương trình:

$$\frac{N_{min} \cdot S}{k_t \cdot g \cdot A} = \alpha(t_v + t_b) \frac{t_c}{t'_c}$$

Từ đó rút ra số' cột tối thiểu trong một phân đoạn lắp ghép:

$$N_{min} = \frac{k_t \cdot g \cdot A \cdot \alpha(t_v + t_b) t_c}{S t'_c}$$

Biết được trị số N_{min} và số lượng kết cấu trong từng khẩu độ thì có thể ấn định ranh giới phân đoạn lắp ghép.

Nếu số kết cấu trong phân đoạn N_{min} xác định bằng tính toán nhỏ hơn số kết cấu trong một gian khẩu độ hoặc trong một đoạn gian khẩu độ tới khe nhiệt, thì chiều dài phân đoạn lắp ghép lấy bằng chiều dài gian khẩu độ hay bằng chiều dài đoạn gian khẩu độ tới khe nhiệt.

Nếu trị số N_{min} khi tính ra lại lớn hơn số lượng kết cấu trong gian khẩu độ một chút, hoặc lớn hơn số lượng kết cấu trong đoạn gian khẩu độ tới khe nhiệt, thì ta cho trước trị số N này, và xác định thời gian bảo dưỡng bê tông mỗi nôi t_b :

$$t_b = \frac{N \cdot S \cdot t'_c - t_v}{k_t \cdot g \cdot A \cdot \alpha \cdot t_c S}$$

Chọn thành phần bê tông và các biện pháp làm bê tông mau đông cứng trong khoảng thời gian bảo dưỡng t_b .

b) Trường hợp lắp ghép nhà công nghiệp một tầng bằng hai cần trục, cái nọ đi tiếp sau cái kia

Giữa hai cần trục này phải có một thời gian gián đoạn kỹ thuật như sau:

$$T_c = \frac{1}{A} (H_{max} + t_a) + t_v + t_b$$

T_c - khoảng thời gian giữa lúc bắt đầu lắp các cột bằng cần trục thứ nhất và lúc bắt đầu lắp các kết cấu mái bằng cần trục thứ hai, tính theo ngày.

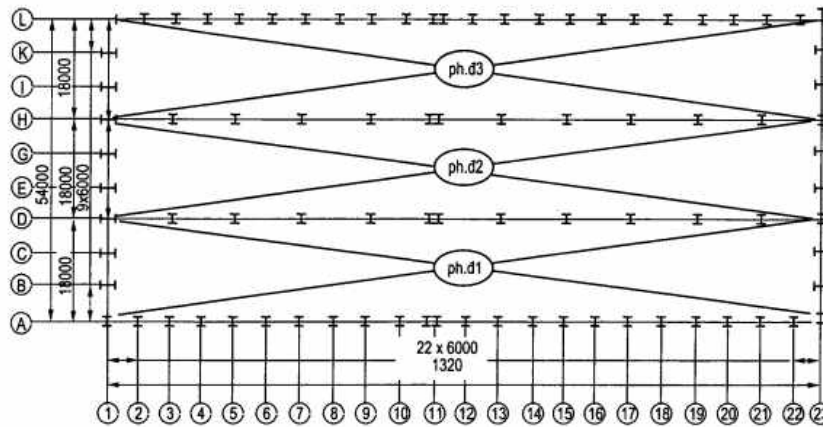
t_a - thời gian lắp hàng cột thứ nhất trong gian khẩu độ thứ nhất của phân xưởng, khi cần trục di chuyển dọc hai bên khẩu độ, tính theo ca.

H_{max} - trị số cực đại của hiệu số ($t_1 - t_2$), trong đó t_1 là thời gian lắp các kết cấu của một khẩu độ bằng cần trục thứ nhất; t_2 là thời gian lắp các kết cấu khác của khẩu độ bằng cần trục thứ hai.

Tính các trị số t_1 và t_2 cho một khẩu độ, sau đó tính cho hai, cho ba khẩu độ và v.v...

Ví dụ: Tổ chức lắp ghép một phân xưởng một tầng ba khẩu độ bằng bê tông cốt thép đúc sẵn, mỗi khẩu độ rộng 18m, bước cột các hàng ngoài cùng là 6m, bước cột các hàng trong là 12m (hình 3.9). Các móng đúc toàn khối tại chỗ, cột đúc sẵn, dầm cầu chạy và dầm đỡ vì kèo ứng suất trước; mái gồm các dầm mái ứng suất trước và các tấm mái; tường gồm những tấm panen lớn.

ở đây ta chỉ xét việc tổ chức lắp ghép các kết cấu chịu lực chính như cột, dầm cầu chạy, dầm đỡ vì kèo, dầm mái và tấm mái (bảng 3.8).



Hình 3.9: Phân chia nhà xưởng thành những phân đoạn lắp ghép

Bảng 3.8

Loại kết cấu	Số lượng (chiếc)	Trọng lượng một chiếc	Độ cao kết cấu	Cao trình lắp ghép
Cột				
Loại nhỏ	60	5,0	12,0	-
Loại lớn	26	9,3	12,0	-
Dầm cầu chạy				
Loại nhỏ	44	3,0	-	6,8
Loại lớn	44	7,0	-	6,8
Dầm đỡ vì kèo	22	6,8	-	10,0
Dầm mái	72	5,5	-	11,0
Tấm mái	792	1,5	-	12,5

Dựa trên những chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật người ta chọn cần trục bánh xích E-252 để lắp ghép công trình này. Cần trục sẽ phải chạy dọc hai bên khẩu độ để lắp các kết cấu: vòng đầu cần trục lắp các cột trong một phân đoạn, vòng thứ hai cần trục lắp các dầm cầu chạy, dầm đỡ vì kèo và các kết cấu mái. Các số liệu để xác định số cột tối thiểu N_{min} trong một phân đoạn lắp ghép là: $A = 2$ ca, $k_t = 0,8$, $g = 8$ giờ, $t_v = 0,5$ ngày, $t_b = 2$ ngày, tổ lắp ghép có 5 công nhân.

Tra định mức lao động 726 tập V (1966) ta lập được bảng 3.9.

Bảng 3.9

Tên công tác	Định mức thời gian giờ công	Số hiệu định mức	Khối lượng công tác ở phân đoạn			Số công nhân lắp ghép	
			Đơn vị tính	1	2		3
Lắp cột điều chỉnh và cố định tạm thời bằng chêm							
nặng đến 5 tấn	7,5	7002	chiếc	28	4	28	5
nặng đến 10 tấn	12	7002	-	13	13	-	5
Lắp dầm cầu chạy có điều chỉnh							
nặng đến 3 tấn	6,3	7008	-	22	-	22	5
nặng trên 3 tấn	7,85	7008	-	11	22	11	5
Lắp dầm đỡ vì kèo có điều chỉnh nặng trên 5 tấn	10,5	7002	-	11	11	-	5
Lắp dầm mái có điều chỉnh nặng đến 5 tấn	5,25	7008	-	24	24	24	5
Lắp các tấm mái có điều chỉnh	0,80	7014	-	264	264	264	5

Theo định mức ta tính các số liệu t_c, t'_c, t_m cho một gian khẩu độ gồm 22 ô gian.

Ghi chú: Ở đây việc lắp đặt các dầm cầu chạy lấy bằng 50% định mức thời gian, còn việc điều chỉnh tiến hành sau này chiếm 50% định mức thời gian còn lại.

$$t_c = \frac{28 \times 7,5 + 13 \times 12}{5 \times 22} = 3,3 \text{ giờ}$$

$$t'_c = \frac{13 \times 12}{5 \times 22} = 1,42 \text{ giờ}$$

$$t_m = \frac{0,5(22 \times 6,3 + 11 \times 7,85) + 11 \times 10,5 + 24 \times 5,25 + 264 \times 0,8}{5 \times 22} = 514 \text{ giờ}$$

Khi này: $\alpha = \frac{t'_c}{t_m} = \frac{1,42}{5,14} < 1$; lấy $\alpha = 1$

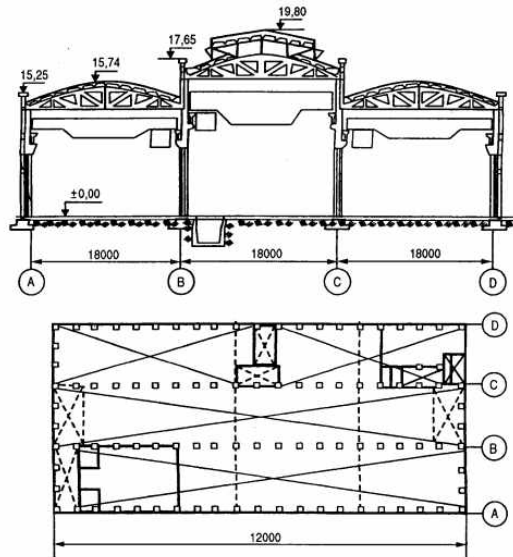
$$S = \frac{60 \times 7,5 + 26 \times 12}{5(60 + 26)} = 1,77 \text{ giờ}$$

$$N_{min} = \frac{0,8 \times 8 \times 2 \times 1,0(0,5 + 2) \times 3,33}{1,77 \times 1,42} = 41 \text{ cột}$$

Như vậy phân đoạn lắp ghép thứ nhất của phân xưởng là phần nhà có trên 41 cột.

Bài toán 3.5: Chọn phương án lắp ghép nhà công nghiệp một tầng

Lắp ghép một nhà công nghiệp một tầng, gồm ba khẩu độ, mỗi khẩu độ rộng 18m, dài 120m, bước cột 6m (hình 3.10). Móng cột bằng bê tông cốt thép đúc tại chỗ. Các kết cấu khác đúc sẵn tại nhà máy. Thời hạn thi công toàn công trình quy định là 8 tháng.



Hình 3.10: Mặt cắt và mặt bằng nhà công nghiệp

Bảng 3.10 tóm tắt khối lượng cho công tác lắp ghép.

Phân phối thời gian như sau: thời gian chuẩn bị công trường chiếm 1 tháng; thời gian làm công tác đất và công tác mặt bằng như đặt các đường ống ngầm, đào hố móng, đổ bê tông móng, san đất chiếm 1 tháng; thời gian lắp ghép khung nhà chiếm 3-4 tháng; thời gian làm công tác hoàn thiện chiếm 2-3 tháng.

Bảng 3.10

Tên kết cấu	Trọng lượng kết cấu (tấn)	Khối lượng		Định mức thời gian		Nhu cầu tổng cộng	
		Chiếc	Tấn	Giờ/máy	Giờ/công	Giờ/máy	Giờ/công
Cột hàng A và D	8,25	46	379,5	1,6	11	73,6	506
Cột hàng B và C	11,80	46	542,8	1,8	11,5	82,8	529
Cột đầu hồi	8,00	12	96,0	1,6	11	18,2	132
Vị kèo mái	5,60	69	386,5	1,75	11,5	120,7	7935
Dầm cầu chạy bê tông	4,95	80	396,0	1,05	6,8	84,0	514
Dầm cầu chạy thép	3,60	40	144,0	0,94	6,2	37,6	248
Cửa trời	1,00	69	69,0	1,4	9,6	96,6	662,5
Panen mái	1,43	720	1029,6	0,3	2	216,0	1440,0
Tấm tường ở khẩu độ giữa	0,70	280	196,0	0,25	1	70,0	280,0
Dầm tường ngoài	3,20	58	185,6	0,55	5	31,9	290,0
Tấm tường và lanhtô ngoài	2,6 và 0,7	864	1451,5	0,35	1,4	302,0	1296,1
Tổng cộng			4889,0			1133,4	6721,0

Mỗi ngày công tác lắp ghép chỉ tiến hành trong một ca, thời gian lắp ghép tạm ấn định là 3 tháng, hay $T = 22 \times 3 = 66$ ngày.

Nếu mỗi ngày làm việc 8 giờ, với hệ số sử dụng thời gian $k_t = 0,85$, thì số cần trực lắp ghép chính đảm nhận khối lượng công tác 1133,4 giờ-máy, là:

$$n = \frac{T_m}{8 \times k_t \times T} = \frac{1133,4}{8 \times 0,85 \times 66} = 2,52 \text{ cần trực}$$

Vậy cần phải sử dụng 3 cần trục lắp ghép, đảm bảo hoàn thành khối lượng cho trong khoảng thời gian 3 tháng.

Theo kích thước hình học của công trình và trọng lượng cấu kiện có thể sử dụng những cần trục bánh xích E-2001, E-1004 và cần trục tháp BK-151 làm công tác lắp ghép.

Sau đây nêu hai phương án để so sánh.

Phương án I: Dùng cần trục E-2001 với tay cần dài 30m, đi ở giữa các khẩu độ là có thể cẩu lắp được mọi kết cấu của công trình. Để đảm bảo thời gian quy định ta dùng hai cần trục E-2001 để lắp ghép các kết cấu chịu lực của khung nhà theo phương pháp tuần tự. Dùng một cần trục bánh xích E-505 (đã dùng để đào hố móng) để lắp ghép các kết cấu tường bao che thì tránh được sử dụng lãng phí sức trục lớn của cần trục E-2001.

Ngoài các tấm tường bao che cẩu lắp ở tư thế dựng đứng trực tiếp từ xe vận tải, các kết cấu khác được sắp xếp sẵn trên mặt bằng thi công trước khi lắp ghép vào công trình.

Số lượng cần trục làm công tác bốc xếp khối lượng kết cấu này ($4889 - 1451 = 3438$ tấn) xác định bằng công thức:

$$m = \frac{P \times k}{g \times T} = \frac{3438 \times 0,12}{6,8 \times 66} = 1 \text{ cần trục}$$

P - khối lượng lắp ghép (tấn);

T - thời gian lắp ghép (ca);

g - số giờ làm việc thực tế mỗi ca;

k - định mức bốc xếp, $k = 0,12$ h/tấn.

Chọn một cần trục E-505 nữa làm công tác bốc xếp.

Như vậy theo phương án này thì số cần trục cần thiết là:

$$2 \text{ cần trục } E - 2001 \text{ và } 2 \text{ cần trục } E - 505$$

Tiến độ lắp ghép các phương án I trình bày ở bảng 11.

Thời gian lắp ghép là 62 ngày (tức 3 tháng), trong đó:

Cần trục E-2001 (II) làm: $62 - 5 = 57$ ca

Cần trục E-2001 (I) làm: 62 ca

Hai cần trục E-505 làm: $5 + 44 + 61 = 110$ ca

Phương án II: Cần trục tháp BK-151 có trọng tải 15 tấn lực khi di chuyển ở khẩu độ chính giữa cũng có thể cẩu lắp được mọi kết cấu của công trình. Dùng một cần trục tháp thì không hoàn thành được khối lượng xây lắp trong thời gian quy định, cho nên phải dùng thêm một cần trục bánh xích E-1004, để kiểm hơn, để lắp ghép hai hàng cột và dầm ngoài cùng và lắp các kết cấu tường bao che.

Bảng 3.11

Tên kết cấu	Loại cần trục	Thời gian (ca)	Tiến độ (ca)					
			0	10	20	30	40	50
Cột hàng A và D	E-2001	43,5						
Cột hàng B và C	nt							
Cột đầu hồi	nt							
Dầm cầu chạy bê tông	nt							
Dầm cầu chạy thép	nt							
Vì kèo mái	E-2001	74						
Cửa trời	nt							
Pan-en mái	nt							
Tường ở khẩu độ giữa	nt							
Dầm tường	E-505	5						
Tường ngoài	nt	44						
Bức xếp	E-505	61						

Cần trục bánh xích E-1004 có những ngày làm việc hai ca: một ca lắp ghép, còn một ca bốc xếp cấu kiện.

Theo phương án này số cần trục cần thiết là:

1 cần trục tháp BK – 151 và 1 cần trục bánh xích E – 1004.

Tiến độ lắp ghép của phương án II trình bày ở bảng 3.12. Tổng số thời gian lắp ghép là 100 ngày (tức 4 tháng), trong đó: cần trục tháp BK-151 làm: 98 ca, cần trục bánh xích E-1004 làm: $98 + (49 + 20) = 167 ca$.

• Giá thành lắp ghép theo phương án I:

với 2 máy E-2001: $1600 \times 2 + (57 + 62)320 = 41.200đ$

với 2 máy E-505: $400 \times 2 + 110 \times 120 = 14.000đ$
55.200đ

Công lao động lắp ghép theo phương án I:

$$(252,5 + 213)2 + (7 + 5)2 + 6721 = 7676 \text{ giờ công}$$

Giá thành và công lao động tính cho 1 tấn kết cấu:

$$\frac{55200}{4889} = 11,3 \text{ đồng}; \frac{7676}{4889} = 1,58 \text{ giờ công}$$

• Giá thành lắp ghép theo phương án II:

với máy BK-151: $1800 + (120 \times 20) + (98 \times 180) = 21840đ$

với máy E-1001: $800 + (167 \times 170) = 21990đ$
43830đ

Công lao động lắp ghép theo phương án II:

$$(114 + 85) = 168,8 \times 120 + 6721 = 8864 \text{ giờ - công}$$

Giá thành và công lao động tính cho 1 tấn kết cấu:

$$\frac{43830}{4889} = 8,96 \text{ đồng}; \frac{8864}{4889} = 1,81 \text{ giờ công}$$

Bảng 3.14. Bảng so sánh các chỉ tiêu kinh tế kĩ thuật của hai phương án lắp ghép

Tên chỉ tiêu	Đơn vị tính	Phương án	
		I	II
Thời gian lắp ghép	ca	62	100
Giá thành lắp ghép cho 1 tấn kết cấu	đồng	11,3	8,96
Công lao động lắp ghép cho 1 tấn kết cấu	giờ-công	1,58	1,81

Ở đây phương án lắp ghép I có ưu điểm hơn, nó rút ngắn thời gian lắp ghép được 38% và giảm công lao động được 13%.

$$k_t = \frac{100 - 62}{100} = 0,38; \quad k_c = \frac{8864 - 7676}{8864} = 0,13$$

Giá thử giá mỗi tấn cấu kiện đúc sẵn là 60đ, phụ phí theo thời gian chiếm 50% tổng phụ phí; tổng phụ phí chiếm 11% trực tiếp phí; trực tiếp phí là $60 \div 4889 = 293.340đ$, thì giá thành do rút ngắn thời gian lắp ghép hạ xuống là:

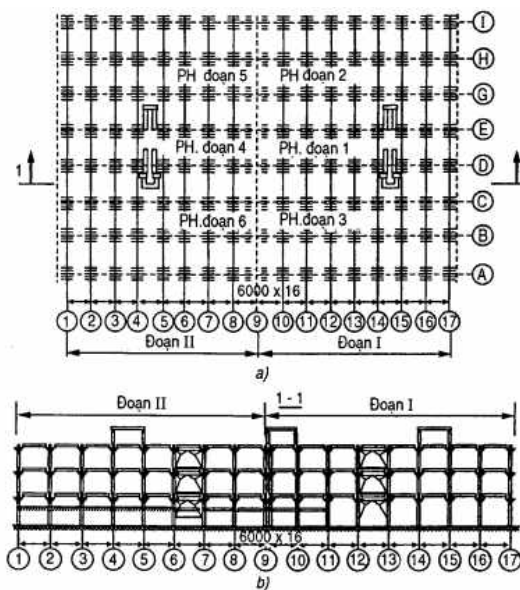
$$G_{th} = 38 \frac{50 \times 11 \times 293340}{100^3} = 6130đ$$

Ngoài ra giảm công lao động cũng góp phần làm hạ giá thành công trình. Tăng tốc độ công tác lắp ghép còn làm cho công trình mau chóng đi vào sản xuất.

Bài toán 3.6: Tổ chức lắp ghép nhà công nghiệp nhiều tầng

Nhà công nghiệp nhiều tầng, nhiều khẩu độ (hình 3.11) chiếm diện tích mặt bằng $63 \times 96\text{m}$, với lưới cột 6×9 ; tầng một cao 6m, tầng hai và tầng ba cao 4,8m. Tại cao trình 3,00 của tầng một có làm thêm một tầng lửng bằng kết cấu thép, nó phân chia tầng một thành hai tầng khác nhau và được dành làm khu hành chính và sinh hoạt của nhà máy. Các khối cầu thang và thang máy được bố trí ở bên trong nhà.

Khung nhà bằng các kết cấu bê tông cốt thép đúc sẵn. Cột nhà có tiết diện $600 \times 400\text{mm}$, đúc thành hai đoạn rời. Dầm nhà có tiết diện hình chữ T, cao 800mm. Các tấm sàn, tấm mái có dạng hộp, cao 400mm. Các tấm tường nhà đúc sẵn bằng bê tông nhẹ, được đặt cách nhau để chừa ra những ô cửa sổ, như vậy những tấm tường bê tông này là những tấm tường treo tựa lên các máu đỡ ở cột. Cửa sổ là những khung thép lồng kính, bố trí thành những băng chạy suốt chiều dài tường ngoài.

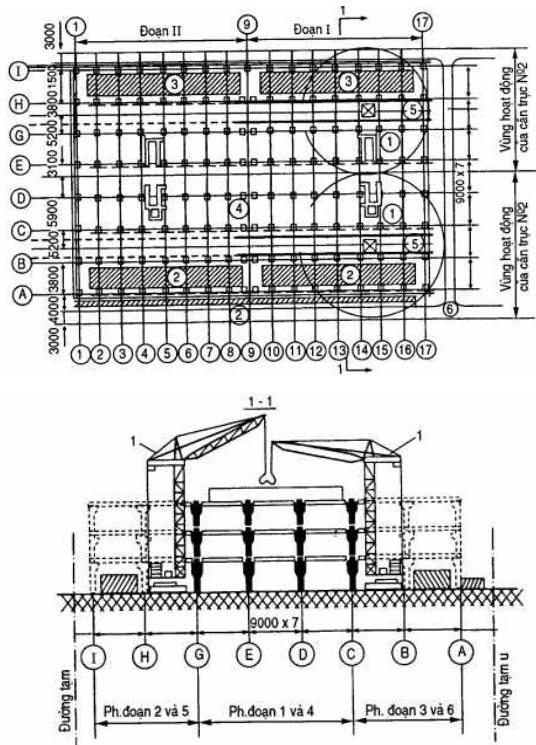


Hình 3.11: Sơ đồ cấu tạo, một nhà máy và các phân đoạn thi công

Phương án lắp ghép kết cấu bê tông cốt thép và kết cấu thép trình bày trong hình 3.12.

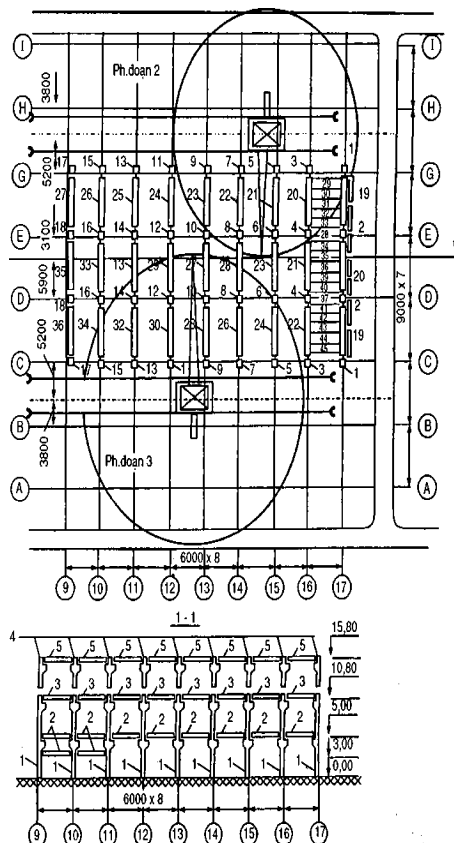
Hai cần trục tháp KB-160, có cần với tới 17,3m, chạy ở trong khẩu độ GH và BC của nhà, để lắp toàn bộ các kết cấu nhà.

Mặt bằng công trình được phân ra làm 6 phân đoạn để lắp ghép. Bắt đầu lắp phân đoạn 1, từ trục 17 đến trục 9 (hình 3.13) bằng cả hai cần trục tháp đồng thời một lúc, theo trình tự như sau: lượt đầu tiên lắp các cột tầng một và hai, rồi gắn mỗi nối chân cột bằng bê tông có xi măng đông kết nhanh. Sau đó lắp dầm và sàn của tầng một. Trên dầm trước tiên lắp các tấm sàn chống (giằng) giữa các cột, rồi mới lắp các tấm sàn khác. Khi đặt dầm vào vị trí của nó rồi thì hàn liên kết các chi tiết chôn sẵn trong dầm và trong vai cột; mỗi nối dầm vào cột được lắp vừa sau khi đặt xong các tấm sàn chống giữa các cột. Tấm sàn được cố định vào vị trí bằng hàn đính các chi tiết chôn sẵn của nó với các chi tiết chôn sẵn trên dầm, tại ít nhất ba góc tấm sàn.



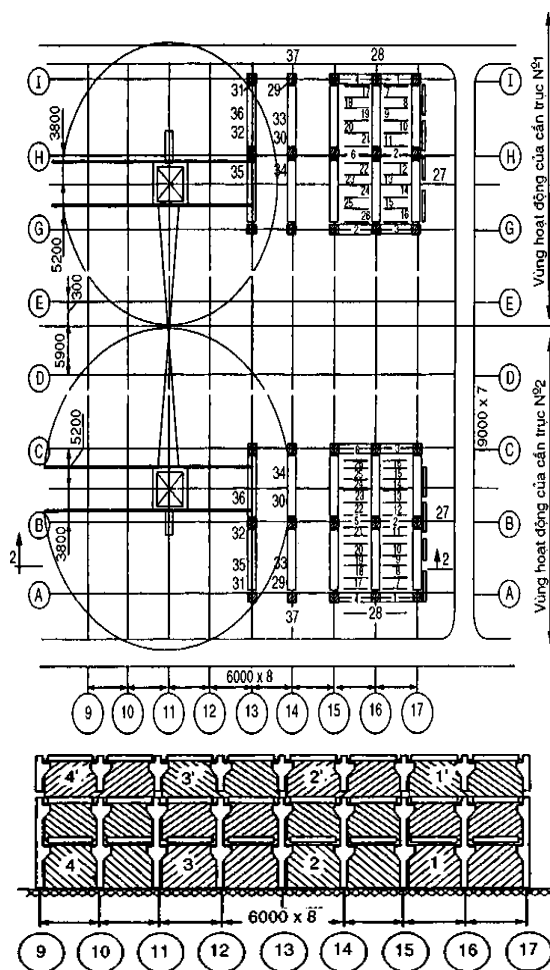
Hình 3.12: Sơ đồ bố trí các cần trục lắp ghép
 1. Cần trục tháp; 2, 3. Bãi chứa cầu kiện nằm trong tâm với của cần trục;
 4. Mặt bằng lắp ghép nhà máy; 5. Đường cầu trục tháp;
 6. Đường sá tiếp vận cầu kiện.

Các dầm và tấm sàn tầng hai được lắp ghép trong lượt hai, cũng theo trình tự như vậy (hình 3.13). Sau khi lắp đặt và liên kết chắc chắn toàn bộ các kết cấu của tầng dưới mới lắp ghép các kết cấu của tầng thứ ba.



Hình 3.13: Trình tự lắp ghép các kết cấu trong phân đoạn *i*

Lắp ghép xong phân đoạn 1, mới lắp sang phân đoạn 2 và phân đoạn 3. Mỗi phân đoạn 2 và 3 được lắp bằng một trục thép, tuần tự theo từng ô gian, như trong hình 3.14. Trong phạm vi mỗi ô gian cần trục lắp các kết cấu ở xa nhất trước, theo thứ tự: cột, dầm, tấm chống giữa cột và các tấm sàn khác. Nếu cột thông hai tầng thì trước tiên lắp các dầm và sàn đợt 1, sau đó mới lắp dầm và sàn đợt 2.



Hình 3.14: Trình tự lắp ghép kết cấu trong phân đoạn 2 và 3

Khi lắp cột nên dùng khung dẫn để mau chóng giải phóng cần trục lắp ghép. Trong lúc công nhân điều chỉnh và cố định tạm kết cấu bằng khung dẫn thì cần trục vận chuyển gạch, bê tông, vữa và những vật liệu khác...

Công tác thi công lắp ghép được tiến hành trong hai ca mỗi ngày.

- Mức độ sử dụng các cấu kiện và vật tư hàng ngày nêu trong bảng 3.15.
- Khối lượng công việc được liệt kê trong bảng 3.16.
- Thành phần tổ đội công nhân nêu trong bảng 3.17.
- Các máy móc, thiết bị nêu trong bảng 3.18.
- Tiến độ dây chuyền lắp ghép vẽ trong hình 3.15.
- Các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật nêu trong bảng 3.19.

Bảng 3.15

Cột tầng 1 và 2	chiếc/ngày	8
Cột tầng 3	-	16
Dầm	-	8
Tấm sàn	-	48
Tấm tường	-	9
Khung cửa kính	-	12
Kết cấu thép	tấn	1,63
Bê tông	m ³	3,45
Vữa	m ³	0,58
Que hàn	kg	67

Bảng 3.16

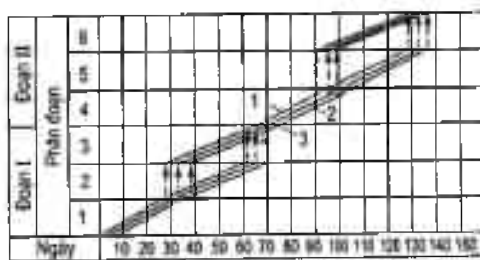
Các công việc	Đơn vị tính	Tổng cộng	Các phân đoạn					
			1	2	3	4	5	6
Lắp ghép kết cấu bê tông cốt thép	m ³ /T	$\frac{3801,9}{8721,1}$	$\frac{764,1}{1751,0}$	$\frac{567}{1297}$	$\frac{568}{1300}$	$\frac{793,8}{181,5}$	$\frac{554}{1276}$	$\frac{555}{1282,1}$
Lắp ghép kết cấu thép	T	208,9	32,0	37,1	36,4	40,6	31,0	31,8
Hàn các mối nối	m	2543	606	347	352	612	319	307
Lắp vữa bê tông mối nối	mối nối	1044	234	144	144	234	144	144
Gắn mạch tường, sàn mái	m	10705	1958	1680	1684	2083	1647	1653

Bảng 3.17

Công việc	Loại thợ và bậc thợ	Số lượng người
Lắp kết cấu bê tông và kết cấu thép khung nhà và kết cấu bao che	Thợ máy bậc 6	2
	Thợ máy bậc 5	5
	Thợ máy bậc 4	5
	Thợ máy bậc 3	8
Hàn các mối nối khung nhà	Thợ hàn bậc 5	4
Lắp bê tông mối nối, tháo lắp cốppha	Thợ máy bậc 4	2
Lắp vữa mạch tường, sàn và mái	Thợ máy bậc 3	2

Bảng 3.18

Xe máy và thiết bị	Mã máy	Đặc tính kỹ thuật	Số lượng	Công dụng
- Cần trục tháp	KB-160	R = 20m; Q = 8T	2	Để lắp các kết cấu chịu lực và bao che
- Máy bơm vữa chạy bằng khí nén	C-577	NS = 15 m ³ /h	1	Để gắn vữa các mối nối
- Máy nén khí	ZIP-55	CS = 90 ngựa	1	Để làm chạy máy bơm vữa
- Máy trộn vữa	EM = 40/1	NS = 6 m ³ /h	1	Để lắp vữa mạch nối
- Máy hàn điện	CTZ-34	CS = 33,5kW	2	Để hàn các chi tiết chôn sàn
- Ôtô kéo và xe moóc	MAZ-200	Q = 18T	1	Để chở cột và dầm
- Xe moóc	PP-8	Q = 8T	2	Để chở tấm sàn
- Xe ô tô tự đổ	DIN-555	Q = 2,5T	1	Để chở bê tông và vữa



Hình 3.15: Tiến độ dây chuyền lắp ghép kết cấu công trình
 1. Lắp kết cấu bê tông và lắp cấu thép; 2. Hàn mối nối; 3. Gắn vữa mối nối và mạch lắp ghép

Bảng 3.19. Các chỉ tiêu kinh tế kĩ thuật

Thời gian thi công	128 ngày
Cường độ thi công	69,7/31,2 T/m ³
Công lao đồng tính cho 1 tấn sản phẩm	0,495 công/T
Năng lượng	3,32 kW/T
Giá thành	4,2 ngàn đồng/T

Bài 9

Thiết kế tổng mặt bằng và tổ chức kho bãi, nhà tạm trên công trường

9.1. Khái niệm chung

9.1.1 Khái niệm

Tổng mặt bằng xây dựng là một tập hợp các mặt bằng mà trên đó ngoài việc quy hoạch vị trí các công trình sẽ được xây dựng, còn phải bố trí và xây dựng các cơ sở vật chất kỹ thuật công trường để phục vụ cho quá trình thi công xây dựng và đời sống của con người trên công trường. Tổng mặt bằng xây dựng (TMBXD) là một nội dung rất quan trọng không thể thiếu trong hồ sơ “Thiết kế tổ chức xây dựng” và “Thiết kế tổ chức thi công”.

Xét theo nghĩa rộng, TMBXD là một “Hệ thống sản xuất” hoạt động trong một không gian và thời gian cụ thể với các quy luật kinh tế xã hội, công nghệ và tổ chức, con người và thiên nhiên...nhằm mục đích xây dựng nên những công trình để phục vụ con người. Có thể mô tả TMBXD như một hàm mục tiêu với nhiều biến số diễn ra trong một không gian đa chiều.

$$TMBXD = f(k, t, c, x, n...) \Rightarrow OPTIMAL$$

Với k_ tham số về không gian, phụ thuộc địa điểm xây dựng;

t_ tham số về thời gian;

c_ tham số về công nghệ xây dựng;

x_ tham số các vấn đề xã hội;

n_ tham số về vấn đề con người;

OPTIMAL_ mục tiêu tối ưu.

Việc khảo sát hàm mục tiêu trên để tìm tối ưu là rất khó, tuy nhiên có thể tối ưu theo từng biến độc lập, hoặc có xét đến sự ảnh hưởng của các biến số khác. Muốn vậy cần tìm hiểu nội dung cũng như yêu cầu về thiết kế TMBXD.

Tổng quát nội dung thiết kế TMBXD bao gồm những vấn đề sau:

- Xác định vị trí cụ thể các công trình đã được quy hoạch trên khu đất được cấp để xây dựng.
- Bố trí cần trục, máy móc thiết bị thi công chính.
- Thiết kế hệ thống giao thông công trường.
- Thiết kế kho bãi công trường.
- Thiết kế các trạm xưởng phụ trợ.
- Thiết kế nhà tạm công trường.
- Thiết kế mạng kỹ thuật tạm công trường (điện, cấp thoát nước...).
- Thiết kế hệ thống an toàn, bảo vệ và vệ sinh môi trường.

9.1.2 Phân loại tổng mặt bằng xây dựng.

a.) Phân loại theo thiết kế.

- *Tổng mặt bằng xây dựng thiết kế kỹ thuật:* do cơ quan thiết kế lập, trong bước thiết kế “Tổ

chức xây dựng” trong giai đoạn thiết kế kỹ thuật. Ở giai đoạn này TMBXD chỉ cần thiết kế tổng quát với các chỉ dẫn chính, khẳng định với phương án thi công như vậy có thể đảm bảo hoàn thành dự án.

- *Tổng mặt bằng xây dựng thiết kế thi công*: do các nhà thầu thiết kế, TMBXD là một phần của “Hồ sơ dự thầu”. Khi thiết kế, các nhà thầu phải thể hiện được trình độ tổ chức công trường với đầy đủ cơ sở vật chất kỹ thuật công trường nhằm đảm bảo thực hiện đúng hợp đồng theo các yêu cầu của chủ đầu tư. Đó chính là năng lực của mỗi nhà thầu góp phần cho việc thắng thầu.

b.) Phân loại theo giai đoạn thi công.

Quá trình thi công xây dựng công trình thường được chia theo các giai đoạn thi công nên cần phải thiết kế TMBXD cho các giai đoạn thi công đó.

- *Tổng mặt bằng xây dựng giai đoạn thi công phần ngầm* (công tác thi công đất, thi công kết cấu móng: tường hầm, cọc, neo...).

- *Tổng mặt bằng xây dựng giai đoạn thi công phần kết cấu chịu lực chính của công trình.*

- *Tổng mặt bằng xây dựng giai đoạn thi công phần hoàn thiện.*

c.) Phân loại theo cách thể hiện bản vẽ.

- *Tổng mặt bằng xây dựng chung*, là một TMBXD tổng quát thể hiện tất cả các công trình sẽ được xây dựng cùng với các cơ sở vật chất kỹ thuật công trường. Vì vậy không thể thể hiện được chi tiết mà chủ yếu là quy hoạch vị trí các cơ sở vật chất kỹ thuật công trường.

- *Tổng mặt bằng xây dựng riêng*, để thể hiện chi tiết về mặt kỹ thuật đối với tất cả các cơ sở vật chất kỹ thuật công trường.

d.) Phân loại theo đối tượng xây dựng.

- *Tổng mặt bằng công trường xây dựng*: là dạng TMBXD điển hình nhất, được thiết kế tổng quát cho một công trường xây dựng gồm một công trình hoặc liên hợp công trình, với sự tham gia của một hoặc nhiều nhà thầu xây dựng.

- *Tổng mặt bằng công trình xây dựng*: hay còn gọi là *tổng mặt bằng công trình đơn vị* vì đối tượng để xây dựng là một công trình trong một dự án xây dựng lớn.

9.1.3 Các nguyên tắc cơ bản khi thiết kế tổng mặt bằng thi công.

- TMBXD phải thiết kế sao cho các cơ sở vật chất kỹ thuật tạm phục vụ tốt nhất cho quá trình thi công xây dựng, không làm ảnh hưởng đến công nghệ, chất lượng, thời gian xây dựng, an toàn lao động và vệ sinh môi trường.

- Giảm thiểu chi phí xây dựng công trình tạm bằng cách: tận dụng một phần công trình đã xây dựng xong, chọn loại công trình tạm rẻ tiền, dễ tháo dỡ, di chuyển... nên bố trí ở vị trí thuận lợi tránh di chuyển nhiều lần gây lãng phí.

- Khi thiết kế TMBXD phải tuân theo các hướng dẫn, 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.

- Học tập kinh nghiệm thiết kế TMBXD và tổ chức công trường xây dựng có trước, mạnh dạn

áp dụng các tiến bộ khoa học kỹ thuật, về quản lý kinh tế... trong thiết kế TMBXD.

9.1.4 Các tài liệu để thiết kế TMBXD.

a.) Các tài liệu chung.

Các hướng dẫn về thiết kế TMBXD: các quy chuẩn, tiêu chuẩn thiết kế, các hướng dẫn kỹ thuật, thiết kế công trình tạm. Các tiêu chuẩn về an toàn, vệ sinh môi trường, các quy định và các ký hiệu bảng vẽ...

b.) Các tài liệu riêng đối với từng công trình cụ thể.

- Mặt bằng hiện trạng khu đất xây dựng.
- Bảng đồ địa hình và bảng đồ trắc đạc, tài liệu về địa chất thủy văn.
- Mặt bằng tổng thể quy hoạch các công trình xây dựng, các hệ thống cơ sở hạ tầng... của công trình.
- Các bảng vẽ về công nghệ xây dựng (được thiết kế trong hồ sơ thiết kế tổ chức thi công, thiết kế tổ chức xây dựng), biểu kế hoạch tiến độ xây dựng.

c.) Các tài liệu điều tra khảo sát riêng cho từng công trình (nếu cần).

- Các tài liệu về kinh tế xã hội của địa phương.
- Khả năng khai thác hoặc cung cấp nguyên vật liệu của địa phương.
- Các thiết bị thi công mà địa phương có thể cung ứng.
- Khả năng cung ứng điện, nước, thông tin liên lạc... của địa phương.
- Khả năng cung cấp nhân lực, y tế... của địa phương.

9.2. Trình tự thiết kế tổng mặt bằng xây dựng

TMBXD được thiết kế cho hai đối tượng chủ yếu sau: **Tổng mặt bằng công trường xây dựng** và **Tổng mặt bằng công trình xây dựng**. Đối với mỗi loại, nó sẽ có nội dung và yêu cầu khác nhau tùy theo điều kiện cụ thể của từng công trình. Nhìn chung trình tự thiết kế có thể tiến hành theo các bước sau.

9.2.1 Xác định giai đoạn lập TMBXD.

Tùy theo đặc điểm của công trình xây dựng, xác định số lượng các giai đoạn thi công chính để thiết kế TMBXD cho các giai đoạn thi công đó.

9.2.2 Tính toán số liệu.

Từ các tài liệu có trước trong hồ sơ thiết kế tổ chức xây dựng hay thiết kế tổ chức thi công như: các bảng vẽ công nghệ, biểu kế hoạch tiến độ thi công... tính ra các số liệu phục vụ cho thiết kế TMBXD.

- Thời hạn xây dựng và biểu đồ nhân lực.
- Vị trí các loại cần trục, máy móc thiết bị xây dựng trên công trường.
- Số lượng từng loại xe máy vận chuyển trong công trường.
- Diện tích kho bãi vật liệu, cấu kiện.
- Diện tích nhà xưởng phụ trợ.

- Nhu cầu về mạng kỹ thuật tạm: điện, nước, liên lạc...
- Nhu cầu về nhà tạm.
- Nhu cầu về các dịch vụ cung cấp khác.

Các số liệu tính toán được nêu trong thuyết minh và được lập thành các bảng biểu.

9.2.3 Thiết kế tổng mặt bằng xây dựng chung.

Ở bước này, trước hết cần phải định vị các công trình sẽ được xây dựng lên khu đất, tạo ra một điều kiện ban đầu để quy hoạch các công trình tạm sau này, các công trình tạm nên thiết kế theo trình tự sau (có thể thay đổi tùy trường hợp).

- Trước hết cần xác định vị trí các thiết bị thi công chính như cần trục tháp, máy thăng tải, thang máy, cần trục thiếu nhi, các máy trộn... là các vị trí đã được thiết kế trong các bảng vẽ công nghệ, không thay đổi được nên được ưu tiên bố trí trước.

- Thiết kế hệ thống giao thông tạm trên công trường trên nguyên tắc sử dụng tối đa đường có sẵn, hoặc xây dựng một phần mạng lưới đường quy hoạch để làm đường tạm.

- Bố trí kho bãi vật liệu cấu kiện, trên cơ sở mạng lưới giao thông tạm và vị trí các thiết bị thi công đã được xác định ở các bước trước để bố trí kho bãi cho phù hợp theo các giai đoạn thi công, theo nhóm phù hợp...

- Bố trí nhà xưởng phụ trợ (nếu có) trên cơ sở mạng giao thông và kho bãi đã được thiết kế trước.

- Bố trí các loại nhà tạm.
- Thiết kế hệ thống an toàn và bảo vệ.
- Cuối cùng là thiết kế mạng kỹ thuật tạm: điện, nước, liên lạc...

9.2.4 Thiết kế tổng mặt bằng xây dựng riêng.

Còn gọi là thiết kế chi tiết TMBXD. Sau khi quy hoạch vị trí các công trình tạm trên một TMBXD chung, ở bước này ta tách ra thành các tổng mặt bằng riêng để thiết kế chi tiết từng công trình tạm ở mức độ bản vẽ có thể đem ra thi công được. Tùy theo công trường mà có thể tách ra các tổng mặt bằng riêng như:

- Hệ thống giao thông.
- Các nhà xưởng phụ trợ.
- Hệ thống kho bãi và các thiết bị thi công..
- Hệ thống cấp thoát nước.
- Hệ thống cấp điện, liên lạc..
- Hệ thống an ninh, bảo vệ, cứu hỏa, vệ sinh môi trường...

9.2.5 Thể hiện bản vẽ, thuyết minh.

Các bản vẽ thể hiện theo đúng các tiêu chuẩn của bản vẽ xây dựng, với các ký hiệu được quy định riêng cho các bản vẽ TMBXD và các ghi chú cần thiết. Thuyết minh chủ yếu giải thích cho việc thiết kế các công trình tạm là có cơ sở và hợp lý.

9.3. Các chỉ tiêu đánh giá TMBXD

Một tổng mặt bằng xây dựng được xem là tốt ưu, khi nó tiệm cận với các hàm mục tiêu được đề ra. Vì vậy, với các mục tiêu khác nhau thì không thể có lời giải chung để đánh giá được. Nếu muốn so sánh 2 TMBXD cùng thiết kế cho 1 công trường, thì phải đặt ra hàm mục tiêu và các ràng buộc như nhau mới có thể so sánh.

9.3.1 Đánh giá chung về TMBXD.

Nội dung của TMBXD phải đáp ứng đầy đủ các yêu cầu về công nghệ, về tổ chức, về an toàn và vệ sinh môi trường. Toàn bộ các cơ sở vật chất kỹ thuật công trường được thiết kế cho TMBXD phải phục vụ tốt nhất cho quá trình thi công xây dựng trên công trường, nhằm xây dựng công trình đúng thời hạn, đảm bảo chất lượng và các mục tiêu đề ra.

9.3.2 Đánh giá riêng từng chỉ tiêu của TMBXD.

a.) Chỉ tiêu kỹ thuật. Một TMBXD hợp lý về chỉ tiêu kỹ thuật khi nó tạo ra được các điều kiện để quá trình thi công xây dựng thực hiện đảm bảo chất lượng kỹ thuật và thời hạn xây dựng.

b.) An toàn lao động và vệ sinh môi trường. Có các thiết kế cụ thể đảm bảo an toàn lao động và vệ sinh môi trường.

c.) Chỉ tiêu công nghiệp hóa, hiện đại hóa. Tổng mặt bằng xây dựng ngày nay phải mang tính công nghiệp, hiện đại cao. Mặt dầu là công trình tạm nhưng cũng phải có khả năng lắp ghép, cơ động cao...

d.) Chỉ tiêu kinh tế. Đánh giá định tính các công trình tạm qua các chỉ tiêu:

- Tận dụng nhiều nhất các công trình có sẵn.
- Các công trình tạm có thể sử dụng lại nhiều lần hoặc thu hồi được nhiều khi thanh lý hay phá dỡ.
- Chi phí cho quá trình sử dụng là rẻ nhất.

9.3.2 Các chỉ tiêu có thể tính được để đánh giá so sánh các TMBXD.

a.) Chỉ tiêu về giá thành xây dựng tạm.

Tổng giá thành xây dựng tạm:
$$G_{TMB} = \sum_{i=1}^n G_i$$

Với G_{TMB} - tổng giá thành xây dựng các công trình tạm.

G_i - giá thành xây dựng từng công trình tạm.

b.) Chỉ tiêu về số lượng xây dựng nhà tạm.

Đánh giá qua hệ số xây dựng tạm K_1 :
$$K_1 = \frac{\sum S_{XD}}{\sum S_{tt}}$$

Với $\sum S_{XD}$ - tổng diện tích các nhà tạm sẽ phải xây dựng, m².

$\sum S_{tt}$ - tổng diện tích các nhà tạm tính toán theo nhu cầu, m².

Hệ số $K_1 \leq 1$ và càng bé càng tốt.

9.4. Tổng mặt bằng công trường xây dựng

9.4.1 Nội dung thiết kế.

Đây là dạng TMBXD tổng quát nhất, mục tiêu thiết kế cũng như nội dung thiết kế là tổ chức được 1 công trường độc lập để xây dựng 1 công trình hoặc liên hợp công trình. (hiểu theo phạm vi rộng, 1 công trường là 1 dự án lớn có nhiều công trình, nhiều dạng kết cấu khác nhau hay nhiều hạng mục công trình do sự tham gia của 1 hay nhiều nhà thầu).

Một tổng mặt bằng công trường xây dựng điển hình, nội dung tổng quát cần thiết kể các vấn đề như đã nêu ở mục 5.2.3, với những công trường xây dựng lớn, thời gian thi công kéo dài, cần phải thiết kế TMBXD đặc trưng cho từng giai đoạn thi công.

5.4.2 Trình tự thiết kế. Hai giai đoạn.

a.) 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, giao thông, cấp thoát nước, cấp điện, liên lạc... Bản vẽ giai đoạn này thường thể hiện với tỉ lệ nhỏ 1/250; 1/500 và theo các bước như hình vẽ 5-1.

b.) Giai đoạn 2: Thiết kế tổng mặt bằng xây dựng riêng.

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 bảng vẽ. Tùy theo yêu cầu và đặc điểm của từng công trường cũng như kinh nghiệm của người thiết kế mà các TMBXD riêng có thể khác nhau. Như vậy giai đoạn 2 của thiết kế này có thể gọi là thiết kế chi tiết để được bản vẽ thi công, và có thể do các kỹ sư chuyên ngành thực hiện.

9.5. Tổng mặt bằng công trình xây dựng

Tổng mặt bằng công trình xây dựng được thiết kế để phục vụ cho việc thi công một công trình đơn vị.

9.5.1 Nguyên tắc chung để thiết kế là:

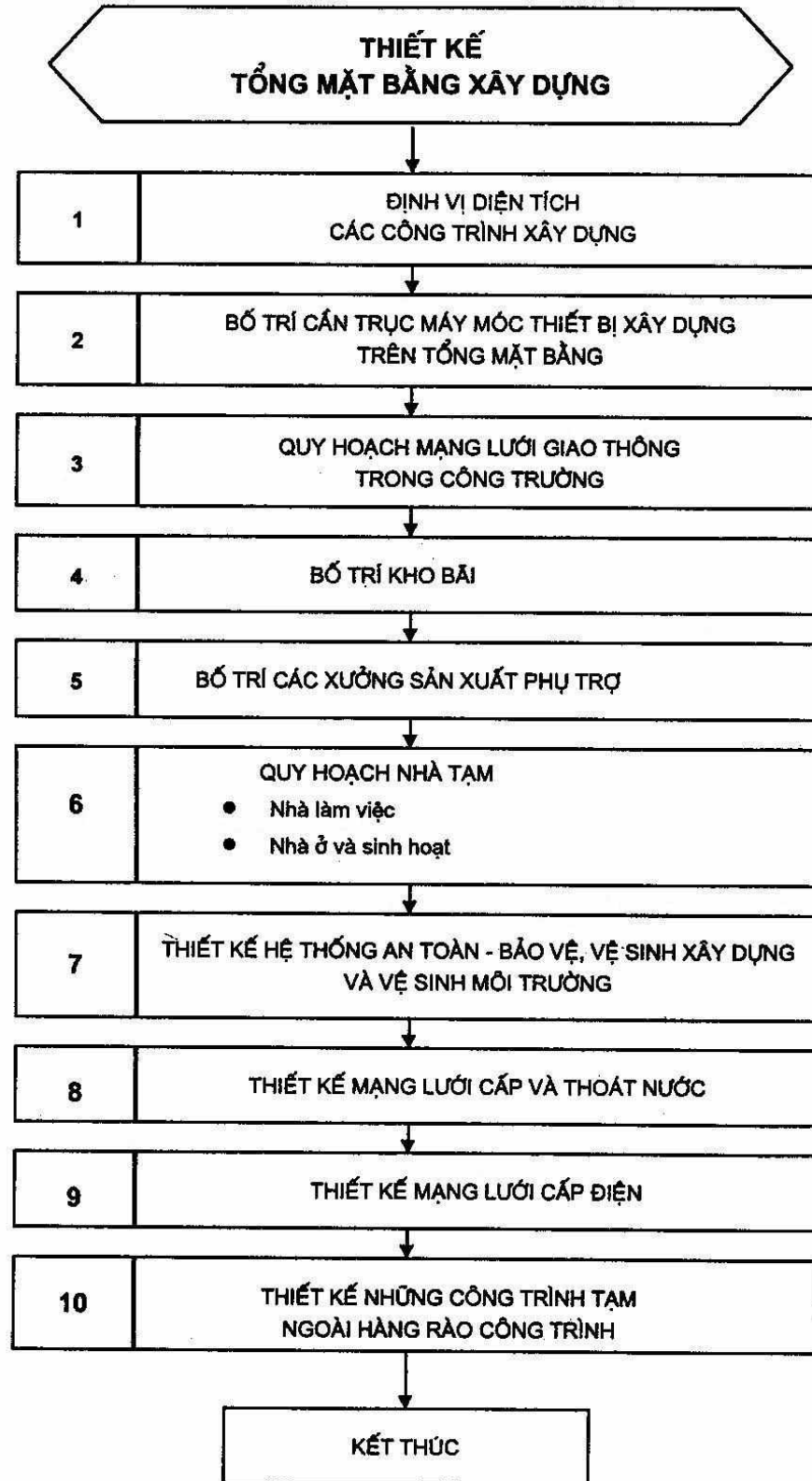
- Những công trình tạm đã được thiết kế chung cho công trường thì phải phụ thuộc theo (như mạng lưới giao thông công trường, mạng kỹ thuật điện nước toàn công trường...).
- Thiết kế một cách tối thiểu các công trình tạm cần thiết nhất phục vụ riêng cho công trình của mình.

9.5.2 Nội dung và trình tự thiết kế bao gồm:

- Xác định diện tích thiết kế TMBXD, định vị công trình xây dựng và mối liên hệ với các công trình xung quanh, với các công trình tạm đã được thiết kế...
- Bố trí cần trục và các máy móc thiết bị thi công.
- Bố trí các kho bãi, nhà tạm cần thiết cho riêng công trình.
- Thiết kế mạng kỹ thuật tạm cho riêng công trình từ nguồn chung của công trường.
- Thiết kế hệ thống an toàn, vệ sinh môi trường.

Các bước thiết kế trên có thể thay đổi hay gộp lại...miễn là thiết kế được một TMBXD công

trình hợp lý.



Hình 5-1. Trình tự thiết kế tổng mặt bằng công trường xây dựng.

9.6. Thiết kế tổ chức kho bãi công trường

9.6.1 Khái niệm chung

a.) Vai trò của công tác kho bãi

Một trong những điều kiện hàng đầu để đảm bảo việc xây dựng công trình đúng thời hạn, đạt

chất lượng cao là công tác cung ứng vật tư kỹ thuật, trong đó chủ yếu là việc tổ chức hệ thống kho bãi một cách hợp lý. Vai trò của công tác kho bãi:

- Tỷ trọng chi phí vật tư trong giá thành công trình, tùy theo đặc điểm công trình có thể chiếm (70-80)% tổng chi phí trực tiếp.
- Từ vận chuyển đến sử dụng thông thường vật tư phải qua một số giai đoạn như nhập kho, phân loại, thí nghiệm, xuất kho...do đó việc quản lý tổ chức kho bãi công trường là khá quan trọng trong thi công xây dựng.
- Sự phong phú, đa dạng về chủng loại vật tư, điều kiện vận chuyển cung cấp dẫn đến sự đa dạng của hệ thống kho bãi.

b.) Phân loại kho bãi công trường

- Theo tính chất bảo quản ở kho, bãi.

-*Kho hở* (kho lộ thiên): dưới dạng các bãi ở công trường, để bảo quản các loại vật tư không bị ảnh hưởng của điều kiện thời tiết như t^o, W, mưa, nắng...Vd: cát, đá, gạch, ngói, kết cấu bê tông đúc sẵn...

-*Kho bán lộ thiên*: là dạng nhà có mái che không có tường bao quanh để bảo quản các loại vật tư có thể chịu được sự thay đổi về t^o, W nhưng không chịu được tác động trực tiếp của mưa, nắng...vd: gỗ xẻ, thép, thiết bị công nghệ...

-*Kho kín*: thường được xây dựng có mái che và có tường bao quanh, dùng để bảo quản các loại vật tư không thể chịu được ảnh hưởng của thời tiết hoặc các loại vật tư rời, thiết bị dễ mất mát...đối với một số loại vật tư còn có trang bị hệ thống cách ẩm, thông gió...

-*Kho chuyên dùng*: bảo quản những loại vật tư có yêu cầu đặc biệt về phòng chống cháy nổ (xăng, dầu, hóa chất, chất nổ..), có thể xây dựng ngầm hoặc nổi trên mặt đất, có điều kiện về đảm bảo an toàn và thường được bố trí thành các khu riêng biệt trên công trình.

- Theo vị trí đặt kho và phạm vi phục vụ.

-*Kho trung chuyển*: dùng để bảo quản vật tư trong thời gian ngắn trước khi vận chuyển đến địa điểm khác, thường được xây dựng ở các đầu mối giao thông, nơi tiếp giáp giữa hai loại hình vận chuyển (đường sắt-đường bộ, đường thủy-đường bộ..).

-*Kho trung tâm* (tổng kho cung ứng): dùng bảo quản vật liệu trong thời gian dài, khối lượng lớn, phục vụ cho nhiều công trình, nhiều khu vực xây dựng khác nhau..., thường được bố trí ở khu tập trung mật độ xây dựng cao, thuận tiện về giao thông vận tải.

Hai loại kho này thường nằm ngoài phạm vi công trường và là đầu mối của hệ thống cung ứng vật tư tập trung theo kế hoạch.

-*Kho công trường*: dùng bảo quản và cung cấp vật tư cho toàn công trường.

-*Kho công trình*: dùng bảo quản và cung cấp vật tư cho từng công trình, hạng mục công trình.

-*Kho xưởng*: để phục vụ cho các xưởng gia công, để chứa các nguyên liệu sản xuất và các sản phẩm sản xuất ra. Thường là thành phần của các xưởng, được bố trí trên mặt bằng của xưởng đó.

Ngoài ra còn phân loại dựa trên thời gian sử dụng hay dạng kết cấu được sử dụng làm kho bãi.

9.6.2 Nội dung thiết kế.

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:

$$Q_{dtr} = q(t_1 + t_2 + t_3) = q \times t_{dtr}$$

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;

$$k = q_{max} / q_{tb} = 1,2 \div 1,6 \text{ hệ số tính đến mức độ sử dụng không đều.}$$

t_1, t_2, t_3 là 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.

Loại vật tư	Loại hình vận chuyển			
	Ô tô (ngày)		Đường sắt (ngày)	
	$\leq 15\text{km}$	$> 15\text{km}$	$\leq 100\text{km}$	$> 100\text{km}$
1. Cát, đá, sỏi	2-3	3-5	5-10	10-15
2. Xi măng, gạch..	4-6	6-10	5-10	10-20
3. Gõ	5-10	10-15	10-20	20-40

b.) **Xác định diện tích, kích thước kho bãi.**

Diện tích kho bãi có ích F_c , tức diện tích trực tiếp chứa vật liệu, được tính bằng công thức:

$$F_c = \frac{Q_{dtr}}{d}, (m^2)$$

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:

$$F = \alpha \times F_c, (m^2).$$

Với α 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 thùng, hòm, cấu 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.

TT	Tên vật liệu	Đ.vị	Lượng vật liệu trên 1m ²	Chiều cao chất vật liệu (m)	Cách chất	Loại kho
1	2	3	4	5	6	7
I VẬT LIỆU TRƠ						
1	Cát, đá đổ đống bằng máy.	m ³	3-4	5-6	đổ đống	lộ thiên
2	Cát, đá đổ đống bằng thủ công.	m ³	1,5-2	1,5-2	đổ đống	lộ thiên
3	Đá hộc đổ đống bằng máy.	m ³	2-3	2,5-3	đổ đống	lộ thiên
II VẬT LIỆU SILICAT						
1	Xi măng đóng bao.	tấn	1,3	2	xếp chồng	kho kín
2	Xi măng đóng thùng.	tấn	1,5	1,8	xếp chồng	kho kín
3	Vôi bột.	tấn	1,6	2,6	đổ đống	kho kín
4	Gạch chỉ	viên	700	1,5	xếp chồng	lộ thiên
III SẮT THÉP						
1	Thép hình I,U	tấn	0,8-1,2	0,6	xếp chồng	bán lộ thiên
2	Thép thanh.	tấn	3,7-4,2	1,2	xếp chồng	bán lộ thiên
3	Tôn.	tấn	4-4,5	1	xếp chồng	bán lộ thiên
4	Thép cuộn.	tấn	1,3-1,5	1	xếp chồng	bán lộ thiên
III VẬT LIỆU GỖ						
1	Gỗ cây.	m ³	1,3-2	2-3	xếp chồng	bán lộ thiên
2	Gỗ xẻ.	m ³	1,2-1,8	2-3	xếp chồng	bán lộ thiên
IV VẬT TƯ HÓA CHẤT						
1	Sơn đóng hộp	tấn	0,7-1	2-2,2	xếp chồng	kho kín
2	Nhựa đường	tấn	0,9-1			bán lộ thiên
3	Xăng dầu (thùng).	tấn	0,8			kho đ. biệt
4	Giấy dầu.	cuộn	6-9		xếp đứng	bán lộ thiên

c.) Chọn vị trí đặt kho

Phải đảm bảo thuận tiện cung cấp vật tư cho thi công theo tiến độ đã ấn định, chi phí vận chuyển từ kho đến nơi tiêu thụ nhỏ nhất. Ngoài ra còn chú ý đến các vấn đề sau:

- Nên bố trí các kho cùng chức năng gần nhau nếu có thể để thuận tiện cho việc khai thác.
- Kết hợp giữa các kho chứa vật liệu xây dựng và các kho chứa của công trình sau này (nhằm giảm chi phí xây dựng kho).
- Các kho nên đặt theo trục giao thông chính.
- Đảm bảo các điều kiện bảo vệ, an toàn, chống cháy nổ...
- Vị trí đặt kho nên đặt ở ngoài mặt bằng công trình để trong quá trình thi công khỏi di chuyển qua lại nhiều lần.

Tùy theo trường hợp cụ thể mà ta có các cách giải quyết khác nhau, chủ yếu chọn vị trí đặt kho theo yêu cầu chi phí vận chuyển nhỏ nhất.

Hàm mục tiêu có dạng:

$$G = \sum c_i \times q_i \times l_i \rightarrow \min$$

Với G tổng giá thành vận chuyển từ kho đến các điểm tiêu thụ.

c_i 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.

Có thể giải bài toán theo phương pháp giải tích, phương pháp Gradien_ bài toán quy hoạch phi tuyến.

d.) Chọn hình thức và loại kho

Tùy thời gian phục vụ và quy mô chất chứa mà chọn hình thức cho phù hợp.

- Vật tư không bị hao hụt.
- Chi phí xây dựng thấp, dễ tháo dỡ, di chuyển.
- Đảm bảo công tác bảo vệ kho tàng, tránh mất mát.

Cụ thể đối với các loại kho công trường nên chọn loại kho kín có kết cấu lắp ghép, các loại kho công trình, kho xưởng (chủ yếu là loại kho kín) chọn loại kho di động, kiểu toa xe...

e.) Cách sắp xếp kho

Đảm bảo vật tư không bị hao hụt, thuận tiện xuất nhập và an toàn, tùy từng loại vật tư mà có các cách sắp xếp riêng.

- Đối với vật liệu sa khoáng (cát, đá...): đổ đồng trên mặt bằng đã được san phẳng và đầm kỹ, trong đó chú ý công tác thoát nước mặt, trong 1 số trường hợp phải xây tường chắn để khỏi trôi vật liệu.

- Đối với cấu kiện bê tông đúc sẵn, có thể chất đồng trong khu vực chuẩn bị cầu lắp, chú ý các kết cấu phải được xếp gần với thiết bị cầu lắp theo yêu cầu của công nghệ thi công.

- Đối với gạch, ngói... xếp theo từng đồng, ngói xếp đứng để giảm thời gian bốc xếp và vận chuyển, để tránh hao hụt người ta có thể xếp chúng thành các kiện trong các container...

- Đối với gỗ tròn, gỗ xẻ: xếp đồng trên mặt bằng khô ráo có chừa lối đi, chú ý ngăn riêng từng khối phòng cháy; các loại gỗ ở kho phải được xếp từng nhóm, quy cách... Đối với các chi tiết bằng gỗ (cửa, tủ...) bảo quản ở các kho có mái che tránh mưa nắng.

- Đối với các loại thép thanh, ống: xếp đồng ngoài trời hoặc trên giá có mái che, trường hợp kết cấu thép cấu tạo bằng các chi tiết rời nên sử dụng kho kín.

- Đối với vật liệu rời vôi, xi măng, thạch cao... nếu đóng bao thì xếp đồng trong kho kín có sàn cách ẩm và thông gió, sau một thời gian nhất định phải đảo kho tránh vật liệu vùi đồng cứng giảm chất lượng; nếu dạng rời thì chứa trong các xilô, boonke đặt trong kho kín.

- Các loại nhiên liệu lỏng, chất nổ... có yêu cầu bảo quản đặc biệt thường chứa trong các bình thủy tinh, kim loại chịu áp suất bố trí trong các kho đặc biệt.

f.) Tổ chức công tác kho bãi

- Nhập kho: kiểm tra lô hàng được chuyển đến theo số lượng và chất lượng, nếu đảm bảo yêu cầu thì tiến hành nhập, khi thiếu hụt hoặc chất lượng không đảm bảo theo hợp đồng, theo phiếu vận chuyển thì tiến hành lập biên bản..., tổ chức bốc dỡ nhanh gọn, tránh hao hụt...

- Bảo quản tại kho:

- Thường xuyên kiểm tra số lượng, chất lượng các loại vật tư trong kho, kiểm tra điều kiện chất chứa, t^o, W... và có biện pháp xử lý kịp thời, đảm bảo thời hạn bảo quản ở kho không vượt quá mức quy định.

- Xếp vật tư trong kho theo đúng quy định, áp dụng những biện pháp phòng ngừa về an toàn chống cháy nổ, chống dột, chống ẩm...

- Tiến hành chế độ lập thẻ kho đối với từng loại hàng bảo quản.

- Thực hiện chế độ kiểm kê thường xuyên, lập báo cáo từng kỳ kế hoạch.

- Công tác xuất kho:

- Vật tư xuất tại kho phải có lệnh xuất và phiếu hạng mức.

- Yêu cầu xuất đồng bộ, đúng chủng loại, đủ số lượng và đảm bảo chất lượng.

9.7. Thiết kế tổ chức nhà tạm công trường

9.7.1 Khái niệm chung

Nhà tạm là những vật kiến trúc không nằm trong danh mục xây dựng công trình chính nhưng cần thiết cho hoạt động của công trường và được xây dựng bằng nguồn kinh phí riêng ngoài giá thành xây lắp công trình chính. Tùy loại hình, quy mô, địa điểm, thời gian xây dựng mà nhu cầu nhà tạm công trình có thể khác nhau về chủng loại, số lượng, đặc điểm kết cấu, giá thành xây dựng.

a.) Phân loại nhà tạm

- Theo chức năng phục vụ.

- *Nhà sản xuất*: trong đó bố trí các quá trình sản xuất để phục vụ thi công xây lắp công trình chính (các trạm xưởng phụ trợ, các trạm điện, nước..).

- *Nhà kho công trình*: dùng để bảo quản vật tư.

- *Nhà phục vụ công nhân* trên công trường: nhà ăn, nhà vệ sinh...

- *Nhà quản lý hành chính*: nhà làm việc ban quản lý, bộ phận kỹ thuật, tài chính...

- *Nhà ở và phục vụ sinh hoạt công cộng*: nhà ở gia đình, tập thể, nhà y tế, phục vụ văn hóa...

- Theo giải pháp kết cấu:

- *Nhà toàn khối cố định*.

- *Nhà lắp ghép* có thể tháo dỡ và di chuyển được.

- *Nhà tạm di động* kiểu toa xe.

b.) Đặc điểm nhu cầu nhà tạm

- Nhu cầu về các loại nhà tạm rất khác nhau, nó không chỉ phụ thuộc vào khối lượng xây lắp mà còn phụ thuộc vào điều kiện xây dựng: nếu công trình xây dựng ở khu vực đã được khai thác thì nhu cầu về nhà tạm bao gồm kho, nhà quản lý hành chính, nhà vệ sinh; nếu công trình xây dựng

ở khu vực ít được khai thác, ngoài nhu cầu trên còn bổ sung thêm 1 phần nhà xưởng, sinh hoạt xã hội; còn nếu xây dựng ở khu vực mới thì bao gồm tất cả các loại trên.

- Việc tính toán nhà tạm đối với nhà sản xuất và kho căn cứ vào khối lượng xây lắp và các nhu cầu sử dụng vật tư để tính toán. Đối với các nhóm quản lý hành chính, nhà ở, vệ sinh tính toán dựa trên số lượng người hoạt động trên công trường, bao gồm công nhân chính, phụ, quản lý, phục vụ và 1 số loại khác.

c.) Các nguyên tắc thiết kế bố trí nhà tạm

- Nhà tạm công trình bảo đảm phục vụ đầy đủ, có chất lượng việc ăn ở sinh hoạt của công nhân, lực lượng phục vụ...

- Kinh phí đầu tư xây dựng nhà tạm có hạn nên cần phải giảm tối đa giá thành xây dựng, như sử dụng nhà lắp ghép, cơ động, sử dụng 1 phần công trình chính đã xây dựng xong nếu có thể...

- Kết cấu và hình thức nhà tạm phải phù hợp với tính chất luôn biến động của công trường.
- Bố trí nhà tạm tuân theo tiêu chuẩn vệ sinh, đảm bảo an toàn sử dụng.

9.7.2 Nội dung thiết kế tổ chức nhà tạm công trường

Việc thiết kế tổ chức nhà tạm bao gồm các nội dung cơ bản sau: tính toán nhân khẩu công trường, xác định diện tích các loại nhà tạm, chọn hình thức kết cấu nhà, so sánh chọn phương án kinh tế.

a.) Tính toán nhân khẩu công trường

Cơ cấu nhân lực công trường gồm nhiều nhóm, số lượng biến động theo thời gian xây dựng do đó một trong những yêu cầu tính toán số lượng nhà tạm hợp lý là tính nhân khẩu công trường. Cơ cấu nhân lực công trường gồm 7 nhóm chính sau.

- **Công nhân sản xuất chính** (N_1): đây là lực lượng chiếm tỷ lệ lớn nhất trong tổng số người hoạt động trên công trường, là những người trực tiếp sản xuất thi công xây dựng, số lượng xác định theo:

-Dựa vào thiết kế tổ chức xây dựng, lấy số liệu ở biểu đồ nhân lực theo tổng tiến độ thi công R.

-Nếu không có số liệu đó thì căn cứ vào khối lượng xây lắp bình quân trong năm và năng suất lao động của một công nhân xây lắp để tính: $R = (O_n / O) \times k$

Với O_n giá trị sản lượng xây lắp của toàn công trường trong 1 năm, O năng suất bình quân của một công nhân xây lắp, $k > 1$ hệ số kể đến số công nhân nghỉ phép...

- **Công nhân sản xuất phụ** (N_2): những người làm việc trong các đơn vị phục vụ xây lắp (các xí nghiệp phụ trợ, trạm vận tải...), phụ thuộc tính chất công trình xây dựng và quy mô của sản xuất phụ trợ, với những công trình có tỷ trọng lắp ghép cao thì nó chiếm tỷ lệ lớn $(0,5-0,6)\%N_1$, ngược lại $(0,2-0,3)N_1$.

- **Cán bộ nhân viên kỹ thuật** (N_3): tùy theo mức độ phức tạp của công trình mà có thể lấy $(4-8)\%(N_1+N_2)$.

- **Bộ phận quản lý hành chính, kinh tế** (N_4): có thể lấy từ $(5-6)\%(N_1+N_2)$.

• **Nhân viên phục vụ** (N_5): là những người làm công tác bảo vệ, phục vụ... có thể lấy khoảng $3\%(N_1+N_2)$.

• **Nhân khẩu phụ thuộc** (N_6): thành viên gia đình phụ thuộc, có thể lấy $(0,2-2)\%(N_1+N_2+N_3+N_4+N_5)$.

• **Nhân viên của đơn vị phối thuộc** (N_7): nhân viên ở các trạm y tế, văn hóa, giáo dục..., có thể lấy $(5-10)\%(N_1+N_2+N_3+N_4+N_5)$.

Tổng số nhân khẩu công trường:
$$N = \sum N_i$$

b.) Xác định diện tích nhà tạm

Căn cứ số lượng nhân khẩu từng nhóm tính ở trên và định mức nhân khẩu nhà tạm để tính ra nhu cầu diện tích đối với nhà tạm.

$$F_i = N_i \times f_i$$

Với F_i nhu cầu diện tích nhà tạm loại i ;

N_i số nhân khẩu liên quan đến nhà tạm loại i ;

f_i định mức nhà tạm loại i , tra bảng.

c.) Chọn hình thức nhà tạm

Căn cứ vào yêu cầu chất lượng phục vụ để chọn.

- Nhà yêu cầu chất lượng cao: nhà y tế, trường học... là nhà “toàn khối” cố định.
- Nhà tập thể, nhà ở cán bộ, nhà quản lý... dùng loại lắp ghép.

Nhà vệ sinh... dùng loại cơ động...

Ví dụ lập mặt bằng thi công

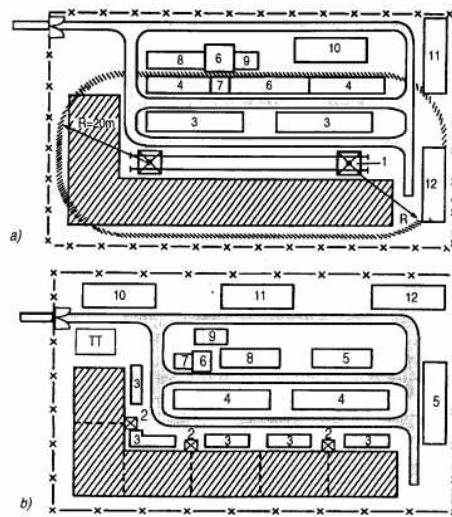
Lập mặt bằng thi công một nhà ở nhiều tầng bằng gạch, có sử dụng cần trục tháp hoặc máy thăng tải cố định để vận chuyển vật liệu lên cao, trong các điều kiện như sau: mặt trước nhà trông ra đường phố, nên phải bố trí các kho bãi vật liệu và các công trình tạm trong một mảnh sân sau; các vật liệu, cấu kiện vận chuyển bằng xe tải, nên cần đảm bảo đường sá cho xe đến được mọi kho bãi trong sân.

Phương án I: Sử dụng cần trục tháp làm phương tiện vận chuyển lên cao. Trọng tải của cần trục là 3 tấn-lực khi độ với 10m và là 1,5 tấn-lực khi độ với lớn nhất là 20m. Trong bản vẽ thiết kế mặt bằng thi công cần trục này bao quát được toàn bộ nhà đang xây và phần lớn sân sau (hình 5.3a).

Cần trục tháp sẽ vận chuyển gạch, vữa, bê tông, vật liệu mái, cầu lắp những cấu kiện đúc sẵn, vì vậy cần bố trí sắp xếp các kho bãi vật liệu, cấu kiện nói trên trong tầm với của cần trục này.

Để cần trục khỏi phải di chuyển nhiều, ta sắp xếp từng loại vật liệu ra làm hai bãi chạy dọc theo nhà. Gạch đóng sẵn trong các thùng chứa, chở đến công trường bằng ô tô, được cần trục bốc xếp thành hai chồng lớn trên sân, với lượng dự trữ là 1 tuần lễ.

Vừa xây chế trộn ngay tại hiện trường, các bãi cát, kho vôi, xi măng và trạm máy trộn bố trí ở ngoài phạm vi phục vụ của cần trục tháp, nhưng cần trục này vẫn với tới được các thùng vữa đổ từ máy trộn ra.



Hình 5.3: Tổng bình đồ thi công một ngôi nhà ở nhiều tầng bằng gạch

a) Trường hợp sử dụng cần trục tháp;

b) Trường hợp sử dụng các máy thang tải cố định.

1. Cần trục tháp; 2. Máy thang tải; 3. Đồng gạch; 4. Bãi cấu kiện bê tông đúc sẵn; 5. Lân mộc và cửa gỗ; 6. Máy trộn vữa; 7. Thùng phểu chứa vữa; 8. Đồng cát; 9. Kho vôi, xi măng; 10. Ban chỉ huy, y xá, phòng họp; 11. Kho kín chứa các vật liệu khác; 12. Xưởng cơ.

Trụ sở công trường, các nhà tạm phục vụ công nhân, các xưởng gia công đều bố trí ngoài phạm vi hoạt động của cần trục.

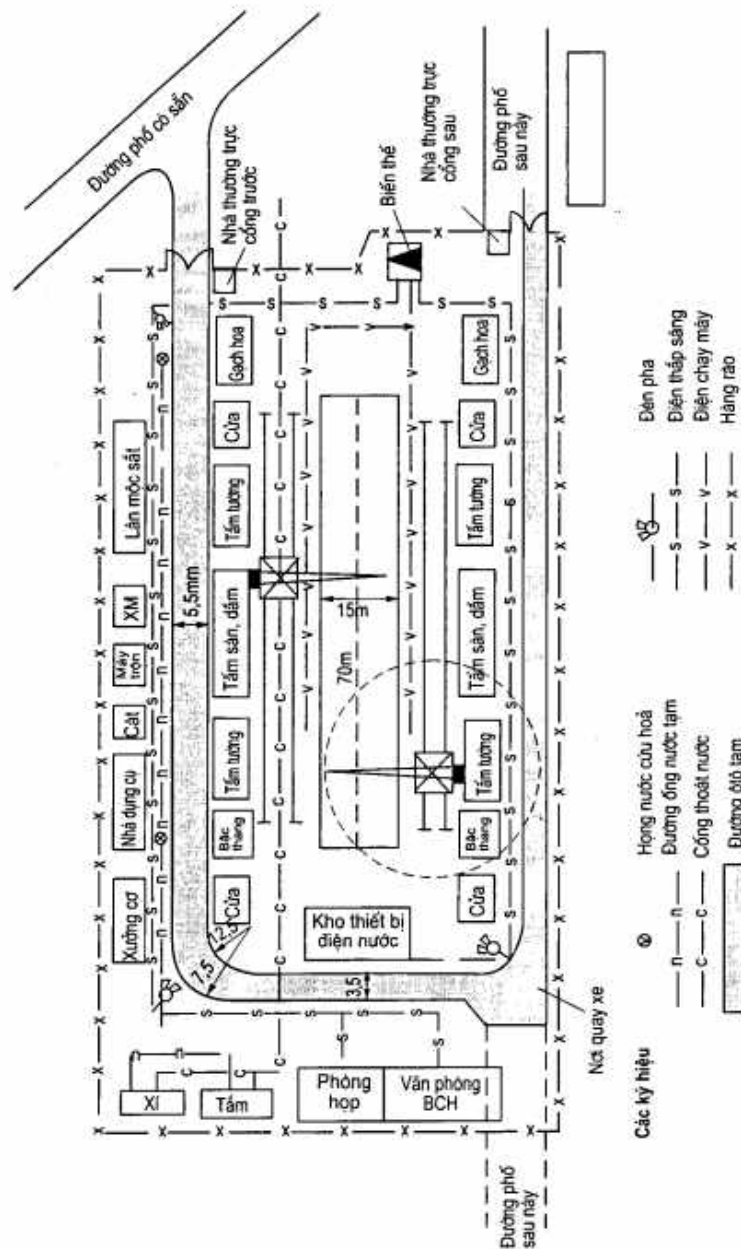
Phương án II: Trong phương án này (hình 5.3b) người ta sử dụng ba máy thang tải cố định (hoặc cần trục thiếu nhi) để vận chuyển vật liệu lên cao.

Gạch đá xây móng xếp dọc theo chu vi nhà.

Các đồng gạch xây tường xếp tập trung gần các máy vận chuyển lên cao. Các vật liệu, các cấu kiện nhỏ khác bố trí trên sân sao cho công sức tiếp vận chúng đến các máy vận chuyển lên cao phải nhỏ nhất.

Theo phương án này, khối lượng vận chuyển ngang dưới đất đến các máy thang tải (hay đến các cần trục thiếu nhi) và vận chuyển ngang trên các tầng nhà sẽ lớn hơn nhiều so với phương án thứ nhất.

Ví dụ 2: Lập mặt bằng thi công một ngôi nhà 9 tầng làm bằng các tấm bê tông đúc sẵn, nhà dài tới 70m. Mặt bằng được trình bày hình 5.4.



Hình 5.4

Tiến độ thi công cho biết tại một thời điểm nào đó có thể có tới 10 công việc phải thực hiện đồng thời một lúc (vạch một đường thẳng đứng trong tiến độ ngang, nó sẽ cắt tới 10 đường nằm ngang), cho nên phải sử dụng hai cần trục tháp loại 5 tấn-lực, tay cần dài 20m, mới đảm bảo phục vụ thi công toàn bộ ngôi nhà trong thời hạn quy định.

Trên mặt bằng các bãi cấu kiện và đường tiếp tế đều nằm trong phạm vi hoạt động của hai cần trục tháp này.

Khu các kho bãi vật liệu như cát, đá, xi măng, sắt, gỗ bố trí về phía bên kia đường ôtô để tiện bốc dỡ.

Khu sinh hoạt và trụ sở công trường bố trí về một phía ven rào.

Hai khu vực này nằm ngoài phạm vi hoạt động của cần trục tháp.

Đoạn đường từ cổng trước vào, dài 100m cần làm rộng 5,5m cho hai làn xe chạy, để phục vụ được các kho bãi nằm rải cả hai bên đường. Các đoạn đường còn lại chỉ cần làm rộng 3,5m, các bóc

đường này mở rộng 7,5m và có một bãi rộng để quay đầu xe trong trường hợp cổng sau đóng, hoặc không có cổng sau.

Trạm biến thế điện đặt sát hàng rào, nơi ít người qua lại và gần đường dây cao thế của thành phố, với hai nhánh dây thấp sáng và hai nhánh dây chạy máy. Đường điện thấp sáng bố trí dọc các đường đi.

Đường ống cấp nước tạm thời đặt ngổ trên mặt đất, chạy dọc theo con đường chính của công trường, gần trạm máy trộn và kết thúc tại khu nhà tắm và vệ sinh. Hai họng nước cứu hỏa bố trí gần bên đường đi.

Đường cống thoát nước tạm thời làm trùng với đường cống thoát nước vĩnh cửu.

Bài 10

Thiết kế tổ chức vận tải tại công trường

10.1. Khái niệm chung

Công tác vận chuyển trên công trường rất đa dạng và phức tạp, từ chủng loại hàng hóa, phương tiện vận chuyển đến đường sá, cự ly vận chuyển... và phụ thuộc rất nhiều vào trình tự, thời hạn, khối lượng, phương pháp tổ chức thi công trên công trường.

Công tác vận chuyển kể cả bốc xếp chiếm tới 50% tổng khối lượng công tác ở công trường và khoảng 20-30% giá thành xây dựng công trình. Việc vận chuyển trong xây dựng hầu hết là 1 chiều, dễ tổ chức nhưng lãng phí nên hiệu quả không cao. Như vậy việc thiết kế tổ chức vận tải công trường có vai trò rất quan trọng trong việc đảm bảo thi công trên công trường cũng như giảm giá thành xây dựng.

10.2. Tổ chức vận chuyển hàng đến công trường

10.2.1 Xác định tổng khối lượng hàng hóa phải vận chuyển đến công trường.

- Nhóm vật liệu xây dựng (A), là toàn bộ khối lượng của các loại nguyên vật liệu sử dụng cho việc thi công xây dựng công trình, nó được xác định từ dự toán công trình, từ biểu kế hoạch tiến độ hoặc từ các biểu đồ tài nguyên...

- Nhóm các máy móc thiết bị xây dựng (B), xác định từ thông số kỹ thuật máy tra ở catalog hoặc có thể ước lượng theo kinh nghiệm (20-30)% A.

- Nhóm máy móc, thiết bị (C) phục vụ cho việc vận hành công trình nếu có, đặc biệt là các công trình công nghiệp.

Tổng khối lượng hàng cần vận chuyển cần tính thêm 10% dự phòng:

$$H = 1,1 \times (A + B + C), (\text{tấn})$$

10.2.2 Xác định lượng hàng lưu thông theo phương tiện vận chuyển và cự ly vận chuyển đến công trường.

Để xác định lượng hàng hóa lưu thông hàng ngày trên từng tuyến đường, cần phải phân loại tùy theo tính chất, đặc điểm của hàng hóa; phương thức vận chuyển; theo địa điểm giao nhận hàng.

Việc phân loại được lập thành các bảng biểu để tiện sử dụng. Ví dụ:

TT	Tên Hàng	Đv	Khối Lượng	Nơi Nhận	Đường đi	Ghi chú
1	2	3	4	5	6	7
1	Xi măng	tấn	7800	Cảng Tiên Sa	18km	PC40,30
2	Gạch xây	viên	235000	Lai Nghi - Hội An	25km

10.2.3 Lựa chọn hình thức vận chuyển

Hiện nay có 2 phương thức vận chuyển đến công trường.

- Một là theo phương thức truyền thống, tức là công trường tự tổ chức 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 (chỉ

áp dụng cho các công trường có quy mô lớn hoặc dạng tổng công ty nhiều chức năng thi công cùng lúc nhiều công trình)...

- Hai là theo phương thức hợp đồng vận chuyển, chủ hàng sẽ giao hàng sẽ giao hàng tại công trường, phương thức này hiện nay đang chiếm ưu thế, giảm áp lực cho khâu quản lý, mang tính cạnh tranh cao...

10.2.4 Tổ chức vận chuyển.

a.) Chọn phương tiện vận chuyển

Để chọn phương tiện vận chuyển hợp lý, thường phân ra các loại sau:

- Theo loại hình vận chuyển có: đường sắt, đường bộ, đường thủy, đường hàng không.
- Theo phạm vi vận chuyển có: vận chuyển ngoài công trường, vận chuyển trong công trường.
- Theo sức kéo có: thủ công, cơ giới.

Tùy theo vị trí xây dựng công trình, đặc điểm hệ thống giao khu vực xây dựng ngoài công trường có thể tận dụng được các loại hình vận chuyển. Sau đó xét đến những yêu cầu kỹ thuật trong vận chuyển của từng loại hàng hóa... để lựa chọn sơ bộ phương tiện vận chuyển. Sau cùng là xét đến mặt kinh tế tức là tính giá thành vận chuyển theo từng loại phương tiện. Một số kinh nghiệm:

- Vận chuyển bằng đường sắt giá rẻ, năng suất cao, thích hợp khi cự ly vận chuyển lớn (>100km), khu vực xây dựng có sẵn mạng lưới đường sắt và trên công trường đường sắt là loại phương tiện vận chuyển chính thức. Tuy nhiên việc xây dựng các tuyến đường sắt riêng cho công trường là rất tốn kém và không khả thi.

- Vận chuyển bằng đường thủy có giá thành rẻ nhất trong các loại hình vận chuyển, nhưng phụ thuộc thời tiết và chỉ sử dụng khi có cảng sông, cảng biển tiếp cận công trình. Vận chuyển bằng đường sắt, đường thủy nhiều khi cần phải trung chuyển mới đến được công trường nên lại phức tạp và tốn kém.

- Vận chuyển bằng đường bộ có tính cơ động cao, khả năng đưa hàng vào tận nơi sử dụng không qua trung gian, cho phép vận chuyển nhiều loại hàng hóa nhờ sự phong phú về chủng loại phương tiện..., thích hợp vận chuyển tại chỗ trên công trường.

Hoặc có những trường hợp mà theo kinh nghiệm thấy hợp lý, thì cũng không cần tính toán so sánh mà quyết định ngay phương tiện đó.

b.) Tính số lượng xe vận chuyển

Chủ yếu ở đây ta tính toán cho vận chuyển bằng ô tô, **chu kỳ vận chuyển của xe.**

$$t_{ck} = t_x + \frac{l}{v_1} + t_d + \frac{l}{v} + t_q = t_x + 2\frac{l}{v} + t_d + t_q$$

Với l - quãng đường vận chuyển 1 chiều.

v_1, v_2, v - vận tốc của xe khi có tải, không tải và trung bình.

t_x, t_d, t_q - thời gian xếp, dỡ, quay xe (kể luôn thời gian nghỉ).

Xác định **số chuyển xe** có thể chở hàng trong một ngày:

$$m = \frac{T_{ng}}{t_{ck}} \quad (\text{với } T_{ng} \text{ - thời gian làm việc của xe trong ngày}).$$

Số lượng xe cần thiết theo tính toán:

$$N = \frac{Q}{q \times m} \quad (\text{xe})$$

Với Q, q là tổng khối lượng hàng cần vận chuyển trong ngày và trọng tải xe.

Số lượng xe cần thiết theo thực tế công trường, có kể đến sự không tận dụng hết tải trọng xe, một số xe phải bảo dưỡng...

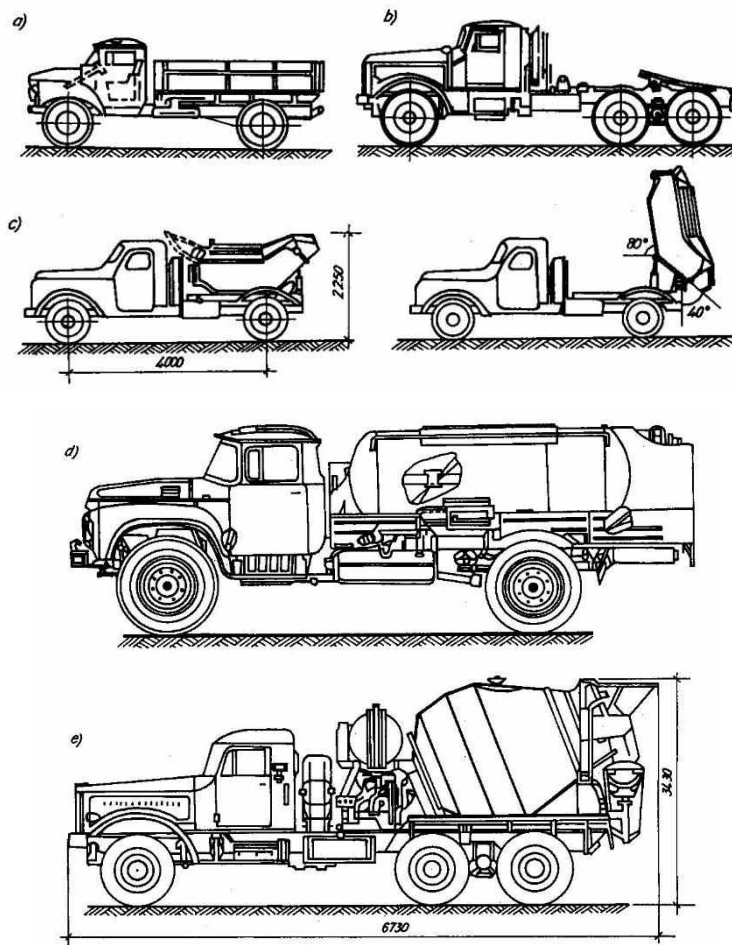
$$N_{tte} = \frac{N}{k_1 \times k_2 \times k_3}$$

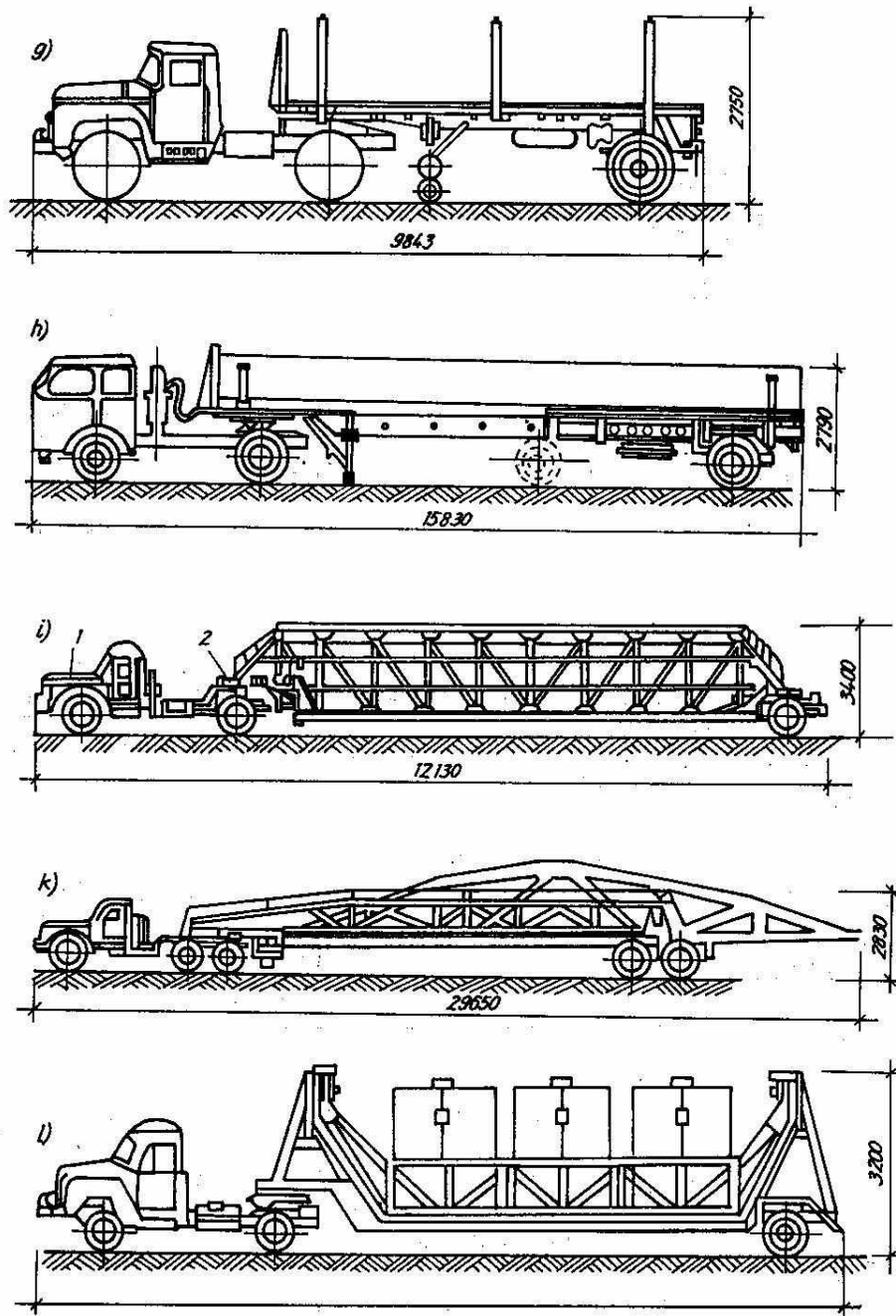
Với k_1 hệ số kể đến sự không tận dụng hết thời gian (với ô tô lấy 0,9);

k_2 hệ số kể đến sự không tận dụng hết trọng tải (với ô tô lấy 0,6);

k_3 hệ số an toàn (với ô tô lấy 0,8).

Việc lựa chọn loại xe phụ thuộc đặc điểm tính chất loại hàng vận chuyển, một số loại xe như hình 7-1.





Hình 7-1. Một số loại xe vận chuyển trong xây dựng.

- a) Xe ô tô có thùng; b) Xe ô tô có bê; c) Xe ô tô có thùng tự đổ; d) Xe chở vữa;
 e) Xe chở bê tông; g) Xe chở tấm tường, tấm sàn; h) Xe chở dầm;
 i) Xe chở panen; k) Xe chở dàn; l) Xe chở thùng.

10.3. Thiết kế hệ thống giao thông công trường

Hệ thống giao thông công trường (hệ thống đường tạm) được xây dựng phục vụ cho việc thi công công trình, gồm: *hệ thống giao thông ngoài công trường* (là đường nối công trường với hệ thống giao thông hiện có của khu vực xây dựng) và *hệ thống giao thông trong công trường* (trong phạm vi công trường).

Khi thiết kế quy hoạch mạng lưới giao thông tạm, cần tuân theo các nguyên tắc chung sau.

- Triệt để sử dụng các tuyến đường hiện có ở khu vực xây dựng và kết hợp sử dụng các tuyến đường sẽ được xây dựng thuộc quy hoạch của công trình, bằng cách xây dựng trước một phần tuyến đường này để phục vụ cho việc thi công.

- Căn cứ vào các sơ đồ luồng vận chuyển hàng để thiết kế hợp lý mạng lưới đường, đảm bảo thuận tiện việc vận chuyển các loại vật liệu, thiết bị... giảm tối đa số lần bốc xếp.

Đặc điểm của đường công trường là thời gian sử dụng ngắn, cường độ vận chuyển không lớn, tốc độ xe chạy 25-50km/h vì vậy khi thiết kế cho phép sử dụng những tiêu chuẩn kỹ thuật thấp hơn so với đường vĩnh cửu.

Khi thiết kế đường công trường, phải tuân theo các tiêu chuẩn hiện hành của Bộ GTVT và các quy định khác của Nhà nước, ngoài ra có thể sử dụng các thiết kế mẫu về kết cấu mặt đường công trường trong các bảng tra thi công.

10.3.1 Thiết kế mạng lưới đường ngoài công trường

a.) Thiết kế quy hoạch tuyến đường. Dựa vào các nguyên tắc.

- Tuyến đường có giá thành xây dựng rẻ nhất.
- Khoảng cách vận chuyển là ngắn nhất nếu có thể.
- Cần tận dụng tối đa những đường có sẵn hoặc sẽ xây dựng cho công trình...

b.) Thiết kế cấu tạo đường.

Còn gọi là thiết kế kết cấu đường, gồm phần móng, phần nền và phần mặt đường. Khi thiết kế cần dựa vào thời gian sử dụng đường, phương tiện vận chuyển, tải trọng... để cấu tạo đường một cách hợp lý, an toàn và kinh tế.

10.3.2 Thiết kế mạng lưới đường trong công trường

Mạng lưới đường trong công trường hay còn gọi là mạng lưới đường nội bộ, được thiết kế để phục vụ cho việc thi công trong công trường. Nguyên tắc thiết kế:

- Giảm giá thành xây dựng bằng cách tận dụng những tuyến đường có sẵn hoặc xây dựng trước một phần các tuyến đường sẽ xây dựng theo quy hoạch của công trình để sử dụng tạm.

- Thiết kế phải tuân theo các quy trình, tiêu chuẩn về thiết kế và xây dựng đường công trường.

a.) Thiết kế quy hoạch tuyến đường

- Công ra vào: tùy theo đặc điểm của công trường và hệ thống giao thông của khu vực xây dựng mà có thể thiết kế một hay nhiều công ra vào. Nếu có điều kiện thì nên bố trí 2-3 cổng để đảm bảo luồng xe vào ra theo một chiều sẽ được nhanh chóng và một cổng cho các phương tiện thô sơ, công nhân...

- Tuyến đường: các tuyến đường sẽ tạo thành mạng lưới đường, thường được quy hoạch theo 3 sơ đồ: sơ đồ vòng kín, sơ đồ nhánh cụt có vị trí quay đầu xe và sơ đồ phối hợp.

- Vận chuyển theo sơ đồ đường cụt: trường hợp này các kho bố trí ở đầu đường cụt, chi phí vận chuyển phụ thuộc vào khối lượng, cước phí và quãng đường vận chuyển, trong đó hai đại lượng đầu

có thể không đổi do đó phải giảm tối đa quãng đường vận chuyển. Phương pháp: tiến hành phân phối các kho ở đầu đường cụt trước, thứ tự cấp phát cho các công trình ở gần nhất trước, nếu còn thừa mới cấp tiếp cho các công trình sau. Sơ đồ này có mạng lưới giao thông ngắn nhất, nhưng giao thông khó, cần có vị trí quay đầu xe hoặc xe phải chạy lùi, sử dụng cho những công trường nhỏ, trong thành phố, bị giới hạn bởi mặt bằng.

- Vận chuyển theo đường vòng khép kín: trường hợp này điểm cung cấp và nơi tiêu thụ nối với nhau thành vòng kín. Phương pháp phân phối: loại bỏ một đoạn của đường vòng kín để tạo thành vòng hở có các kho bố trí ở đầu đường cụt, sau đó phân phối theo sơ đồ đường cụt; tính tổng chiều dài đường vận chuyển khép kín, tính tổng chiều dài các đoạn vận chuyển cùng hướng trên đường vòng, sau đó so sánh nếu tổng chiều dài các đoạn thẳng cùng hướng \leq nửa chiều dài đường khép kín thì phương án phân phối là hợp lý; trong trường hợp ngược lại, phải tiến hành phân phối lại bằng cách loại bỏ đoạn có khối lượng luân chuyển nhỏ nhất, tiến hành phân phối lại theo sơ đồ đường cụt như trên, sau đó lại làm phép so sánh, cứ thế cho đến khi đạt được điều kiện tối ưu. Sơ đồ này có ưu điểm giao thông tốt, nhưng chiếm nhiều diện tích, giá thành cao, sử dụng cho những công trường có mặt bằng rộng...

- Trường hợp vận chuyển theo nhiều hướng khác nhau, ta có bài toán vận tải: Có m điểm cung ứng (điểm phát $i = 1 \div m$) và n điểm tiêu thụ (điểm thu $j = 1 \div n$) một loại hàng hóa nào đó, biết cước phí vận chuyển một đơn vị hàng hóa từ điểm phát i đến điểm tiêu thụ j là c_{ij} . Lập kế hoạch vận chuyển hàng từ các điểm phát đến các điểm thu sao cho tổng cước phí vận chuyển là nhỏ nhất. Hàm mục tiêu của nó có dạng:

$$f(X) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \times x_{ij} \rightarrow \min$$

Với x_{ij} là lượng hàng vận chuyển từ điểm phát i đến điểm tiêu thụ j . Đây là bài toán quy hoạch tuyến tính, để giải bài toán này ta đi giải bài toán đối ngẫu tìm hệ thống thế vị u_i, v_j của nó, hoặc sử dụng hàm Solve trong ứng dụng Microsoft Office Excel.

b.) Thiết kế cấu tạo đường

Hay còn gọi là thiết kế kết cấu đường, gồm lựa chọn kích thước bề rộng đường, mặt cắt ngang đường thể hiện rõ phần móng, phần mặt đường. Tùy theo các điều kiện cụ thể của công trường, để thiết kế được kết cấu đường hợp lý, đảm bảo các yêu cầu theo quy phạm và kinh tế.

Bài tập

Bài toán 1.6: Tính số xe tải phục vụ một máy đào (xúc) đất

Tính số lượng xe ben chở đất, trọng tải 3,5 tấn, phục vụ một máy đào đất gầu dây, dung tích gầu 0,5m³; khoảng cách vận chuyển đất là 4km; tốc độ xe là 19 km/h. Năng suất máy đào khi đổ đất vào xe tải $N_{xe} = 30 \text{ m}^3/\text{h}$.

* Các công thức tính toán:

Số lượng xe ben (m) tính bằng công thức: $m = T/t_{ch}$ (1-1)

với T là thời gian một chuyến xe, tính bằng phút, xác định như sau:

$$T = T_{ch} + t_{đv} + t_d + t_q \quad (1-2)$$

trong đó: t_{ch} - thời gian chất hàng lên xe;
 $t_{đv}$ - thời gian đi về của xe;
 t_d - thời gian dỡ hàng khỏi xe = 1 phút;
 t_q - thời gian quay xe = 2 phút.

Thời gian chất hàng lên xe t_{ch} phụ thuộc vào số gầu đất (n) đổ đầy một xe tải:

$$n = \frac{Q}{\gamma \cdot e \cdot K_{ch}}; \quad (1-3)$$

$$t_{ch} = \frac{n \cdot e \cdot K_{ch}}{N} \cdot 60 = \frac{q}{N} \cdot 60 \quad (1-4)$$

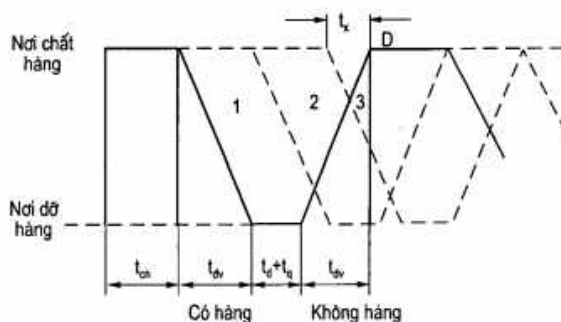
với: Q - trọng tải xe; tấn;
 K_{ch} - hệ số chứa đất tươi của gầu;
 γ - dung trọng đất ở trạng thái nguyên thể, tấn/m³;
e - dung tích hình học của gầu đào, m³;
q - dung tích xe tải (m³) tính theo đất nguyên thể và số gầu chẵn.

Thời gian đi về $t_{đv}$ của xe tính bằng công thức:

$$t_{đv} = \frac{2L}{v} \cdot 60 \quad (1-5)$$

với: L - đoạn đường vận chuyển, km;
v- tốc độ xe, km/h; có thể lấy tốc độ chờ hàng bằng tốc độ xe về không hàng. Thời gian dỡ hàng (t_d) và thời gian quay xe (t_q) phụ thuộc vào điều kiện thi công.

Sự kết hợp làm việc giữa máy đào đất và các xe chở đất có thể biểu diễn bằng đồ thị (hình 1.5).



Hình 1.5: Đồ thị vận động của các xe tải
1. Xe thứ nhất; 2. Xe thứ hai; 3. Xe thứ ba.

Nếu số lượng xe tải (m) tính ra là con số nguyên, có nghĩa là lúc chất hàng xong cho chiếc xe cuối cùng và lúc bắt đầu chất hàng cho xe đầu tiên vừa trở về trùng làm một, ở điểm D trên đồ thị.

Nếu đồ thị có khoảng hở (t_x), có nghĩa là thời gian đó máy đào đứng rồi, vì số lượng xe tải nhỏ hơn số tính bởi công thức (1-1). Đoạn t_x ở bên phải điểm D, là thời gian đứng đợi của xe tải, khi số lượng xe tải lớn hơn con số cho bởi công thức (1-1).

Trường hợp máy đào đổ một phần đất đào lên xe tải để chở đi xa, và đồ phần đất còn lại thành đống lên bờ hố đào, để dành sau này lấp hố móng, thì số lượng xe tải cần thiết tính bằng công thức:

$$m_1 = \frac{T}{t_{ch}} \cdot \mu \quad (1-6)$$

hệ số μ tính bằng công thức: $\mu = \frac{K}{\varphi + K}$

với $K = \frac{N_d}{N_{xe}}; \quad \varphi = \frac{V_d}{V_{xe}}$

N_d - năng suất máy đào khi đổ đất thành đống, m^3/h ;

N_{xe} - năng suất máy đào khi đổ đất vào xe tải;

v_d - lượng đất mà máy đào đổ thành đống, m^3 ;

V_{xe} - lượng đất mà máy đào đổ vào xe tải.

Giải bài toán này, áp dụng các công thức (1-1) đến (1-5), ta có:

$$n = \frac{Q}{\gamma \cdot e \cdot K_{ch}} = \frac{3,5}{1,6 \times 0,5 \times 0,87} = 5,05 \text{ lấy là } 5 \text{ gầu}$$

ở đây: γ - dung lượng đất, $\gamma = 1,6 \text{ tấn}/m^3$;

K_{ch} - hệ số chứa đất tối, $K_{ch} = 0,85$;

Dung tích chứa của xe ben:

$$q = n \cdot e \cdot K_{ch} = 5 \times 0,5 \times 0,87 = 2,18 m^3$$

Thời gian chất một xe tải đất:

$$t_{ch} = \frac{2,18}{30} \times 60 = 4,36, \text{ lấy là } 4 \text{ phút}$$

Thời gian đi về: $t_{đv} = \frac{2,4}{19} = 25 \text{ phút}$

Thời gian một chuyến xe ben:

$$T = 4 + 25 + 1 + 2 = 32 \text{ phút}$$

Số lượng xe ben cần thiết: $m = \frac{32}{4} = 8 \text{ xe}$

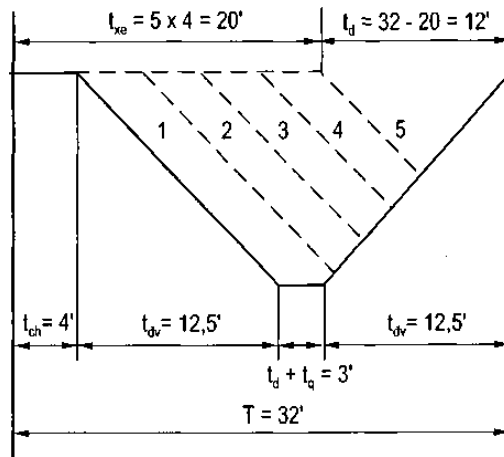
Xét trường hợp máy đào vừa đổ đất thành đống và đổ đất vào xe tải, với: $v_d = 50\%$ và $v_x = 50\%$.

Năng suất máy đào khi đổ đất thành đống: $N_d = 50 m^3/h$

Năng suất máy đào khi đổ đất vào xe: $N_{xe} = 30 m^3/h$.

$$m_1 = \frac{T}{T_{ch}} \cdot \frac{k}{\varphi + k} = \frac{32}{4} \cdot \frac{50/30}{50/50 + 50/30} = 5 \text{ xe}$$

Với những kết quả tính toán, có thể vẽ đồ thị vận động của các xe tải (hình 1.6), trong đó thời gian chất hàng lên xe mất: $5 \times 4 = 20$ phút, còn lại 12 phút trước khi chiếc xe đầu tiên trở về, khi đó máy đào đổ đất thành đống.



Hình 1.6: Đồ thị vận động của các xe ô tô tải

Trong 20 phút đổ đất vào xe tải, máy đào làm được $30 \times \frac{20}{60} = 10m^3$ còn trong 12 phút đổ đất thành đống, máy đào làm được: $50 \times \frac{12}{60} = 10m^3$. Như vậy là $\frac{V_d}{V_{xe}} = 1$; phù hợp với đầu đề cho.

Bài 1.7: Dự tính giá thành làm đường tạm thời phục vụ thi công

Tính giá thành vận tải 1 tấn-km đất đá từ công trường khai thác đến công trường san lấp, bằng một đường xe ô tô tạm thời, dài 5km. Phương tiện vận tải gồm 8 xe tải, trọng tải mỗi xe là 9 tấn.

Hàng ngày mỗi xe chạy 12 chuyến.

Thời gian khai thác con đường là 6 năm.

Ước tính giá mỗi km đường tạm thời khoảng: 900 triệu đồng.

Vốn đầu tư làm 5km đường là:

$$E = 900 \times 5 = 4500 \text{ triệu}$$

Thời gian khai thác đường trong 6 năm, tức là:

$$T = 300 \times 6 = 1800 \text{ ngày làm việc}$$

Tiền bảo quản, sửa chữa đường chiếm khoảng 18% vốn ban đầu, vậy mỗi ngày cần chi:

$$a = 4500 \times 8 / 1800 = 0,45 \text{ triệu/ngày}$$

Tiền nhiên liệu, dầu mỡ: $b = 1,95$ triệu.

Tiền sửa chữa, bảo quản xe máy: $c = 4,6$ triệu.

Tiền lương công nhân và nhân viên phục vụ: $d = 6,3$ triệu.

Chi phí tổng cộng cho việc khai thác con đường hàng ngày:

$$H = a + b + c + d = 0,45 + 1,95 + 4,6 + 6,3 = 13,3 \text{ triệu/ngày}$$

Chi phí bốc đất đá lên xe tải: $B = 9,6$ triệu/ngày.

Sau thời gian khai thác có thể chuyển nhượng lại con đường đó cho một đơn vị sản xuất khác có nhu cầu và thu hồi được $(0,1 - 0,2)E$, vốn làm đường ban đầu.

Chi phí cho việc vận chuyển hàng ngày:

$$C = E/T + H + B = 0,9 \times 4500/1800 + 13,3 + 9,6 = 25,15 \text{ triệu}$$

Nếu lấy:

- Hệ số sử dụng trọng tải xe 9 tấn là $k_1 = 0,8$.
- Hệ số sử dụng không điều hoà con đường hàng ngày là $k_2 = 1,2$.

Khối lượng vận chuyển hàng ngày là:

$$Q = 1,2 \times 9 \text{ tấn} \times 8 \text{ xe} \times 0,8 \times 12 \text{ chuyến} \times 5 \text{ km} = 4147 \text{ tấn} - \text{km}$$

Giá 1 tấn-km vận chuyển là:

$$G = C/Q = 25,15/4147 = 0,06 \text{ triệu hay} = 6000 \text{ đồng/tấn} - \text{km}$$

Bài 11

Tính toán hiệu quả kinh tế

Bài toán 4.1: Chọn máy đào đất gầu đơn

Chọn một máy đào đất mang gầu ngửa để đào đất đặt móng bê một ngôi nhà; hố sâu 2,2m, với khối lượng đất $Q = 720m^3$.

Các máy đào sau đây phù hợp với công việc này:

E-156 mang gầu $0,15m^3$; E-257 mang gầu $0,25m^3$

E-302 mang gầu $0,30m^3$; E-505 mang gầu $0,5m^3$

Năng suất của những máy đào này là:

E-156 54 m^3/ca ; E-257 120 m^3/ca

E-302 143 m^3/ca ; E-505 268 m^3/ca

Chi phí sử dụng máy đào tính theo công thức:

$$C = E + \left(\frac{G_{\text{năm}}}{T_{\text{năm}}} + G_{ca} \right) \cdot T$$

E - chi phí cho một lần sử dụng máy;

$G_{\text{năm}}$ - tiền khấu hao hàng năm;

G_{ca} - chi phí khai thác mỗi ca máy;

$T_{\text{năm}}$ - số ca làm việc của cần trục trong năm; T - số ca làm việc của cần trục ở công trường.

Cho trước những số liệu trong bảng 4.1 (tính theo ngàn đồng); cũng có thể sử dụng các số liệu trong phụ lục 1.

Bảng 4.1

Loại máy đào	E	$G_{\text{năm}}$	G_{ca}	$T_{\text{năm}}$
E-156	1,2	178	1,26	400
E-257	1,44	214,4	0,96	400
E-302	0,36	236	1,095	400
E-505	3,96	247,1	2,005	400

Thời gian (số ca) các máy đào làm việc ở hiện trường:

$$E-156 \dots T = \frac{Q}{N} = \frac{720}{54} = 13,3 \text{ ca máy}$$

$$E-257 \dots T = \frac{Q}{N} = \frac{720}{120} = 6 \text{ ca máy}$$

$$E-302 \dots T = \frac{Q}{N} = \frac{720}{143} = 5 \text{ ca máy}$$

$$E-505 \dots T = \frac{Q}{N} = \frac{720}{268} = 2,7 \text{ ca máy}$$

Chi phí sử dụng máy đào:

$$E-156 \dots C = 1,2 + \left(\frac{178}{400} + 1,26 \right) \cdot 13,3 = 23,876 \text{ ngàn đồng}$$

$$E-257....C = 1,44 + \left(\frac{214,4}{4000} + 0,96\right) \cdot 6 = 10,416 \text{ ngàn đồng}$$

$$E-302....C = 0,36 + \left(\frac{236}{400} + 1,095\right) \cdot 5 = 8,785 \text{ ngàn đồng}$$

$$E-505....C = 3,96 + \left(\frac{247,1}{400} + 2,005\right) \cdot 2,7 = 11,041 \text{ ngàn đồng}$$

Theo kết quả tính toán ta thấy chi phí sử dụng máy đào E-156 lớn nhất, thời gian sử dụng dài nhất; chi phí sử dụng máy đào E-257 và E-505 gần bằng nhau, nhưng năng suất của máy E-505 cao hơn; chi phí sử dụng máy đào E-302 thấp nhất, nên ta chọn loại máy đào này.

Chênh lệch giá cả của ba loại máy đào sau không lớn lắm, nên khi chọn máy cần lưu ý đến việc dùng ngay các máy đào này để thi công phần móng công trình, không cần phải thay đổi máy khác.

Bài toán 4.2: Chọn phương án thi công hô móng

Cần đào đất để thi công móng một nhà công nghiệp một khẩu độ, dài 102m, khẩu độ 24m, bước cột 6m, theo hai phương án thi công sau:

a) Đào đất thành rãnh móng chạy quanh nhà bằng máy đào gầu xấp rồi san phẳng đáy móng bằng máy ủi D-159. Muốn vậy phải làm đường lên xuống rãnh cho máy ủi với độ dốc 1:3.

b) Đào thành những hố móng đơn chân cột bằng máy đào gầu xấp, dung tích gầu 0,5m³; mái dốc hố móng 1 : 1 (đất cấp II); kích thước đáy hố móng 2,1 × 2,1m, sâu 1,5m; khối lượng đất của một hố 1,8m³.

Mặt đất tại địa điểm coi như ngang bằng. Hãy tìm xem phương án thi công nào rẻ nhất.

1. Tính khối lượng đất theo từng phương án

a) Khi đào thành rãnh móng chạy quanh nhà

Chiều rộng lưỡi dao bàn ủi của máy ủi D-159 là 2,28m sau đó còn phải sửa rãnh, vậy ta lấy:

- Chiều rộng đáy rãnh b là 2,5m.

- Chiều rộng miệng rãnh B (khi mái dốc 1:1) là:

$$B = 2,5 + 2 \times 1,5 = 5,5m$$

- Chu vi nhà (khi coi các trục định vị trùng với các cạnh ngoài của cột có tiết diện 40 × 60cm) bằng:

$$P = (24 - 2 \times 0,3)2 + (106 - 2 \times 0,2)2 = 258m$$

Khối lượng đất:
$$V_r = Ph \frac{B+b}{2} = 258 \times 1,5 \times \frac{5,2+2,5}{2} = 1548m^3$$

Trong đó có 5% khối lượng đất được sửa bằng máy ủi:

$$1548 \times 0,05 = 77m^3$$

Ngoài ra phải làm đường lên xuống cho máy ủi, rộng 3m, dốc 0,33, với khối lượng bằng:

$$V_d = 3 \times \frac{1,5}{2} \times \frac{1,5}{0,33} = 11m^3$$

Khối lượng đất của máy đào gầu xấp là:

$$V_m = (1548 - 77) + 11 = 1482m^2$$

Một phần đất đào sẽ được vận chuyển đi đổ xa bằng xe tải, vì phải tính đến thể tích do các móng cột chiếm chỗ và độ toi xốp còn lại của đất là 2%.

Tổng số các móng cột chạy theo chu vi nhà (tính cả số móng đôi ở mạch nhiệt):

$$\frac{102}{6} + 2 \times 2 + 3 \times 2 = 44 \text{ móng}$$

Khối tích của chúng: $1,8 \times 44 = 78m^3$

Khối lượng đất phải chở đi đổ bằng xe ô tô tải:

$$V_x = 78 + 1482 \times 0,02 = 106m^3$$

Khối lượng đất đổ đồng tại chỗ:

$$V_c = 1482 - 106 = 1376m^3$$

b) Khi đào thành các hố móng đơn

Kích thước đáy hố: $2,1 \times 2,1m$

Bề mặt đáy hố: $s = 2,1 \times 2,1 = 4,4m^2$

Bề mặt miệng hố: $S = (2,5 + 1,5 \times 2)(2,5 + 1,5 \times 2) = 30,3m^2$

Số lượng hố móng: $N = 44$

Khối lượng đất các hố móng:

$$V = N \left(\frac{s + S}{2} h \right) = 44 \frac{4,4 + 30,3}{2} 1,5 = 1145m^3$$

Trong đó 5% đất phải đào bằng thủ công:

$$V_t = 1145 \times 0,05 = 57m^3$$

Khối lượng đất đào bằng máy đào gầu xấp:

$$V_m = 1145 - 57 = 1088m^3$$

Khối lượng đất vận chuyển đi xa đổ bằng xe tải:

$$V_x = 78 + 1088 \times 0,02 = 99m^3$$

Khối lượng đất đổ đồng tại chỗ:

$$V_c = 1088 - 99 = 979m^3$$

2. **Tính trực tiếp phí, công lao động (không kể công thợ lái máy) và tiền công**

Tính toán theo bảng 4.2.

3. **Tính các phụ phí theo số ngày công lao động H_1 và theo tiền công H_2**

a) Khi đào thành rãnh móng

$$H_1 = 40m_1 = 40 \times 32,73 = 1310 \text{ đồng}$$

$$H_2 = 0,15L_1 = 0,15 \times 7576 = 1080 \text{ đồng}$$

b) Khi đào các hố móng

$$H_1 = 40m_2 = 40 \times 40,94 = 1630 \text{ đồng}$$

$$H_2 = 0,15L_2 = 0,15 \times 10187 = 1530 \text{ đồng}$$

với: m_1 và m_2 - số công lao động (ngày công) trong 2 phương án.

L_1 và L_2 - tiền công trong hai phương án (xem bảng 4.2).

Phụ phí ngày công: 40 đ/ngày công

Phụ phí tiền công: 0,15 đ/1 đ. lương.

Bảng 4.2a

Tên công việc	Đào rãnh móng							
	Đơn vị đo lường (m^3)	Khối lượng	Công lao động (ngày công)		Tiền công (đồng)		Trực tiếp phí (đồng)	
			Cho 1 đơn vị	Tổng cộng	Cho 1 đơn vị	Tổng cộng	Cho 1 đơn vị	Tổng cộng
Đào đất đổ đống tại chỗ	1000	1,376	6,3	8,65	1400	1920	16400	22500
Đào đất rời chở đi 1km bằng xe tải...	1000	0,106	14	1,48	2800	296	58600	6200
San đáy rãnh bằng máy ủi	1000	0,077	-	-	-	-	1800	130
Sửa hố móng thủ công	100	-	-	-	-	-	-	-
Lấp đất bằng máy ủi...	1000	1,376	-	-	-	-	1800	2460
Dám lên đất bằng máy...	100	13,76	1,65	22,6	390	5360	560	7700
Tổng cộng	-	-	-	32,72	-	7576	-	38990

Bảng 4.2b

Tên công việc	Đào hố móng							
	Đơn vị đo lường (m^3)	Khối lượng	Công lao động (ngày công)		Tiền công (đồng)		Trực tiếp phí (đồng)	
			Cho 1 đơn vị	Tổng cộng	Cho 1 đơn vị	Tổng cộng	Cho 1 đơn vị	Tổng cộng
Đào đất đổ đống tại chỗ	1000	0,979	6,3	6,16	140	1370	16400	16100
Đào đất rời chở đi 1km bằng xe tải...	1000	0,099	14	1,38	2800	277	58600	5800
San đáy rãnh bằng máy ủi	1000	-	-	-	-	-	-	-
Sửa hố móng thủ công	100	0,57	30	17,1	8300	4720	8300	4720
Lấp đất bằng máy ủi...	1000	0,979	-	-	-	-	1800	1760
Dám lên đất bằng máy...	100	9,79	1,65	16,3	390	3820	560	5460
Tổng cộng	-	-	-	40,94	-	10187	-	33840

4. Tính chi phí tổng cộng theo các phương án

Bảng 4.3

Các loại chi phí	Chi phí để đào (đồng)	
	Rãnh móng	Hố móng
Trực tiếp phí...	38990	33840
Phụ phí theo số công lao động...	1310	1630
Phụ phí theo tiền công...	1080	1530
Tổng cộng	41380	37000

Phương án thi công đất bằng cách đào các hố móng đơn có tổng chi phí nhỏ hơn, mặc dù số công lao động và tiền công có cao hơn đôi chút.

Hiệu quả kinh tế: $H = 41380 - 37000 = 4380$ đồng.

Bài toán 4.3: Chọn giàn giáo hoàn thiện

Để làm công tác hoàn thiện mặt chính các ngôi nhà người ta có ý định sử dụng các giàn giáo tháp co rút bằng động cơ, thay thế cho loại giàn giáo treo kéo lên xuống bằng tay.

Hãy tính hiệu quả kinh tế của phương pháp mới.

Các số liệu cho trước:

- Năng suất hoàn thiện hàng năm:
của một giàn giáo tháp là: 225 ngày m^2
của giàn giáo treo là: 150 ngày m^2
- Chi phí khai thác hàng năm:
của giàn giáo tháp co rút: 650.200 đồng
của giàn giáo treo: 15.000 đồng
- Tiền công để hoàn thiện $1000m^2$ mặt nhà:
khi sử dụng giàn giáo co rút: 3950 đồng
khi sử dụng giàn giáo treo: 8.040 đồng
- Công lao động để hoàn thiện $1000m^2$ mặt nhà
khi sử dụng giàn giáo tháp co rút: 13 công
khi sử dụng giàn giáo treo: 26 công
- Trị giá của một giàn giáo tháp co rút: 392.500 đồng
Trị giá của một giàn giáo treo: 5.000 đồng

Cách giải:

Tính giá thành thi công hoàn thiện $1000m^2$ mặt nhà.

Bảng 4.4

Các loại chi phí	Dùng giàn giáo tháp co rút	Dùng giàn giáo treo
Chi phí khai thác máy và công cụ	$\frac{650200}{225} = 2890$	$\frac{15000}{150} = 100$
Tiền công	3950	8040
Phụ phí theo tiền công (15% tiền công)	$3950 \times 0,15 = 590$	$8040 \times 0,15 = 1210$
Phụ phí theo số công lao động (40 đồng cho 1 công)	$40 \times 13 = 520$	$40 \times 26 = 1040$
Lãi định mức (6% của vốn...)	$\frac{392500 \times 0,06}{225} = 105$	$\frac{5000 \times 0,06}{150} = 2$
Tổng cộng	8.055 đồng	10.392 đồng

Như vậy là dùng giàn giáo co rút thay thế giàn giáo treo để hoàn thiện $1000m^2$ mặt nhà thì sẽ tiết kiệm được:

$$10392 - 8055 = 2337 \text{ đồng}$$

Hiệu quả kinh tế tính với khối lượng 225 ngàn m^2 /năm là:

$$H = 2337 \times 225 = 525.800 \text{ đồng}$$

Bài 4.4: Chọn cần trục lắp ghép nhà ở

Chọn cần trục để lắp ghép nhà ở năm tầng làm bằng các tấm bê tông lớn, với tường dọc chịu lực. Kích thước nhà như sau: dài 72,2m, rộng 11,5m, cao 13,6m. Các cấu kiện lắp ghép cho trong bảng 4.5.

Cách giải:

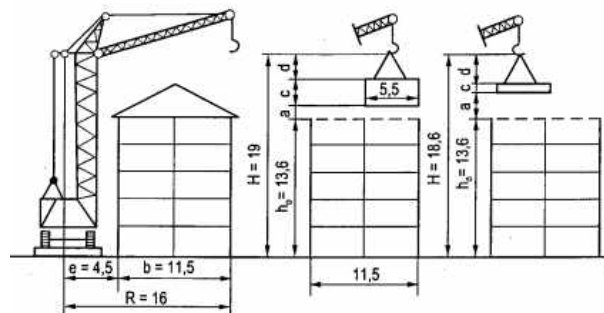
A - Chọn cần trục theo các thông số cấu lắp

1. Phương án cần trục tháp (hình 4.1)

Khoảng cách tối thiểu e từ tim đường cần trục đến tường nhà tạm lấy là 4,5m, sau này sẽ chỉnh lí lại.

Bảng 4.5

Tên các cấu kiện	Số lượng	Trọng lượng (tấn)
Tấm tường ngoài, diện tích 8,5m ²	354	2,13
Tấm tường trong, diện tích 14,3m ² (5,5 × 26)	445	4,4
Tấm sàn, dài 5m, diện tích 18m ²	292	4,3
Tấm bậc thang và chiếu nghỉ	64	1,17
Tấm ban công	128	0,96
Khối thông hơi	116	1,14
Lanhtô	130	0,5
Tấm vách ngăn, diện tích 10m ²	160	0,73
Tổng cộng	1689	-



Hình 4.1

- Độ với tối thiểu của cần trục tháp là:

$$R = e + b = 4,5 + 11,5 = 16m$$

b - chiều rộng nhà

- Chiều cao nâng móc cầu tối thiểu của cần trục xác định bằng điều kiện lắp ráp được tấm tường trong và tấm sàn thượng:

$$H = h_0 + a + c + d$$

$$H = 13,6 + 1 + 2,6 + 1,8 = 19m$$

$$H = 13,6 + 2 + 0,1 + 2,9 = 18,6m$$

Chiều cao $a = 2m$ khi lắp tấm sàn thượng là để đảm bảo an toàn cho người công nhân đứng làm việc trên sàn đó.

Trọng tải cần trục phải đảm bảo lắp được tấm tường ngoài, tấm tường trong và tấm sàn.

Khi lắp tường ngoài, thì sức cầu Q và độ với R phải là:

$$Q = 2,1 \text{ tấn}; \quad R = 16m$$

$$\text{Khi lắp tường trong:} \quad Q = 4,4 \text{ tấn}; \quad R = \frac{11,5}{2} + 4,5 = 10,25m$$

$$\text{Khi lắp tấm sàn:} \quad Q = 4,3 \text{ tấn}; \quad R = 11,5 \frac{3}{4} + 4,5 = 13,1m$$

Như vậy cần trục tháp phải có các thông số kỹ thuật sau:

- Độ với $R \geq 16m$;
- Chiều cao nâng móc cẩu: $H \leq 19m$
- Sức cẩu $Q \geq 2,13$ tấn, ở độ với 16m và $Q \geq 4,3$ tấn, ở độ với 13,1m.

Đáp ứng được các điều kiện trên, có những cần trục tháp sau:

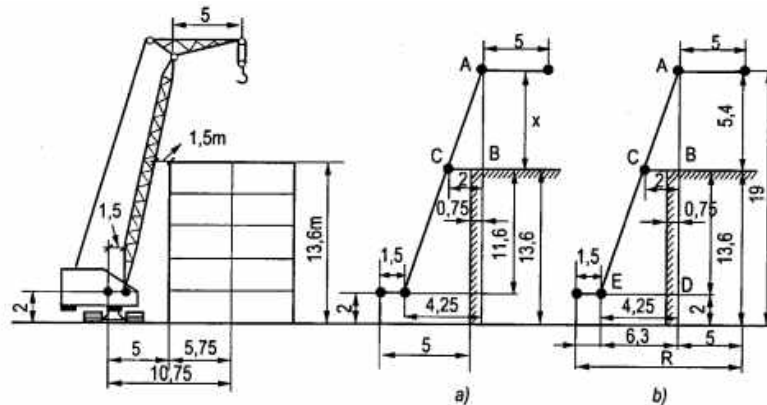
M-3-5-5A MCK-3-50/20 MCK-5-20 MBTK-80

2. Phương án cần trục tự hành (hình 4.2)

Chọn cần trục tự hành bánh xích hay bánh hơi có mỏ cần dài 5m để lắp được các tấm tường trong.

a) Ta xét vị trí thứ nhất của cần trục

Để đảm bảo điều kiện an toàn, trục quay của máy cách chân tường ngoài tối thiểu là 5m.



Hình 4.2

Khi này độ với tối thiểu của tay cần là:

$$R_{min} = 5 + 5,75 = 10,75m$$

Sức cẩu của cần trục phải lớn hơn 4,4 tấn lực.

Tay cần phải cách mép trên tường ngoài ít nhất là 1,5m.

Các thông số khác của cần trục xác định bằng vẽ sơ đồ hình 4.2a, đảm bảo khoảng cách tối thiểu từ chân tường trong đến trục quay cần trục đúng là 10,75m.

Theo sơ đồ chiều cao nâng móc cẩu là $H = 13,6 + x$.

Trị của x xác định theo sự đồng dạng của hai tam giác ABC và ADE:

$$\frac{4,25}{2} = \frac{11,6 + x}{x}$$

$$x = 10,3m$$

$$H = 13,6 + 10,3 = 23,9m$$

Chiều dài tay cần: $L = \sqrt{(11,6 + 10,3)^2 + 4,25^2} = 22,3m$

b) Ta xét vị trí thứ hai của cần trục

Chiều cao nâng móc cầu tối thiểu của cần trục bằng:

$$H_{min} = 13,6 + 1 + 2,6 + 1,8 = 19m$$

Các thông số khác được xác định bằng vẽ sơ đồ hình 4.2b. Đoạn ED = y được xác định bằng:

$$\frac{y}{2} = \frac{(13,6 - 2) + 5,4}{5,4} = \frac{17}{5,4}$$

từ đó: $y = 6,3m$.

Độ với tay cần: $R = 6,3 + 1,5 + 5 = 12,8m$

Chiều dài tay Cần: $L = \sqrt{6,3^2 + 17^2} = 18,3m$

Các thông số cầu lắp của cần trục khi nó đứng ở các vị trí biên tóm tắt trong bảng 4.6.

Bảng 4.6

Vị trí cần trục	Độ với R	Chiều cao móc cầu H	Chiều dài tay cần L	Sức trục Q (tấn - lực)
	m			
Có độ với tối thiểu R_{min}	10,75	23,9	22,3	4,4
Có chiều cao nâng móc cầu tối thiểu H_{min}	12,8	19	18,3	4,4

Đáp ứng được các thông số này, có những cần trục tự hành sau:

Cần trục bánh xích CKG-25 có cần 25m và có mỏ.

Cần trục bánh hơi K-252 có mỏ cần.

Trường hợp sử dụng các cần trục tự hành không có mỏ cần, thì phải tính toán lại các thông số cầu lắp. Ở đây không nêu cách tính, nhưng kết quả tính toán các thông số được tóm tắt trong bảng 4.7.

Bảng 4.7

Độ với R (m)	Chiều cao móc (H)	Chiều dài cần L (m)
1075	33,2	32
13	26,3	27,8
14	24,4	26,4
15	23,1	25,8
16	22,1	25,4

Đáp ứng được các thông số ấy có các cần trục bánh xích:

E-2001, E-2002, E-2006

B - Chọn cần trục theo các chỉ tiêu kinh tế

1. Xác định số ca máy lắp ghép các cấu kiện (bảng 4.8)

Bảng 4.8

Tên cấu kiện	Số lượng	Định mức (giờ - máy)	Tổng cộng (giờ - máy)
Tấm tường ngoài	354	0,35	124,5
Tấm tường trong	445	0,35	156,1
Tấm sàn	292	0,34	99,3
Tấm bậc thang và chiếu nghỉ	64	0,53	34,6
Tấm ban công	128	0,58	74,2
Khối thông hơi	116	0,41	47,1
Lanhtô	130	0,26	33,8
Tấm vách ngăn	160	0,26	41,6
Tổng cộng			
		Giờ máy	569,6
		Ca máy	$\frac{569,6}{8 \times 0,85} = 83$

2. Tính chi phí sử dụng các loại cần trục

Áp dụng công thức:

$$C = E + \frac{G_{\text{năm}}T}{T_{\text{năm}}} + G_{\text{ca}} \times T$$

E - chi phí cho một lần sử dụng máy;

$G_{\text{năm}}$ - tiền khấu hao hàng năm;

G_{ca} - chi phí khai thác mỗi ca máy;

$T_{\text{năm}}$ - số ca làm việc của cần trục trong năm;

T - số ca làm việc của cần trục ở công trường

Bảng 4.9

Mã hiệu cần trục	Chi phí một lần (ngàn đồng)			$G_{\text{năm}}$ (ngàn đồng)	G_{ca} (ngàn đồng)	$T_{\text{năm}}$ (ca)
	Di chuyển	Tháo lắp	Tổng cộng			
M-3-5-5A	26,7	51,1	77,8	316,0	1,10	400
MCK-3-5/20	3,5	11,6	15,1	279,2	1,94	400
MCK-5-20	4,4	10,8	15,2	302	2,04	400
MBTK-80	18,6	39,2	57,8	326	2,20	400
CKG-25	8,9	7,7	16,6	471	1,91	400
K-252	2,46	8,8	11,2	444	2,73	400
E-2001	9,1	10,9	20,0	475,2	3,21	400

Thời gian lắp ghép $T = 83$ ca.

Tính chi phí sử dụng mỗi loại cần trục:

$$M-3-5-5A... \quad 77,8 + \frac{316 \times 83}{400} + 1,1 \times 83 = 233,3 \text{ ngàn}$$

$$MCK-3-5/20... \quad 15,2 + \frac{279 \times 83}{400} + 1,94 \times 83 = 234 \text{ ngàn}$$

$$MCK-5-20... \quad 15,2 + \frac{302 \times 83}{400} + 2,04 \times 83 = 246,8 \text{ ngàn}$$

MBTK-20...	$57,8 + \frac{326 \times 83}{400} + 2,2 \times 83 = 207,4 \text{ ngàn}$
CKG-25...	$16,6 + \frac{471 \times 83}{400} + 1,91 \times 83 = 273,2 \text{ ngàn}$
K-252...	$11,2 + \frac{440 \times 83}{400} + 2,73 \times 83 = 329,9 \text{ ngàn}$
E-2001...	$20 + \frac{485 \times 83}{400} + 3,21 \times 83 = 384,5 \text{ ngàn}$

3. Tính chi phí làm đường cần trục

Chỉ cần làm đường cho cần trục tháp ở về một phía của công trình; ở đây phải đặt 7 đoạn đường ray, mỗi đoạn dài 12,5m.

Đối với những cần trục tự hành bánh xích phải làm đường đất san phẳng chạy chung quanh ngôi nhà.

Đối với những cần trục bánh hơi thì đường còn phải rải một lớp xi hay đá dăm dày 15cm.

Chiều dài đường cho các cần trục tự hành khi này là: $(80 + 14)2 \approx 190m$.

Chi phí làm đường và tháo dỡ đường (kể cả khấu hao và bảo dưỡng) cho trong phụ lục 1.

M-3-5-5A...	$28,5 \times 7 = 199,5 \text{ ngàn đồng}$
MCK-3-5/20...	$22,6 \times 7 = 158,2 \text{ ngàn đồng}$
MCK-5-20...	$24,0 \times 7 = 168,0 \text{ ngàn đồng}$
MBTK-80...	$26,8 \times 7 = 187,6 \text{ ngàn đồng}$
CKG-25 và E-2001...	$0,52 \times 19 = 9,9 \text{ ngàn đồng}$
K-252...	$1,5 \times 19 = 27,7 \text{ ngàn đồng}$

4. Tính tổng chi phí sử dụng cần trục lắp ghép

M-3-5-5A...	$233,3 + 199,5 = 432,8 \text{ ngàn đồng}$
MCK-3-5/20...	$234 + 158,2 = 392,2 \text{ ngàn đồng}$
MCK-5-20...	$246,8 + 168 = 414,8 \text{ ngàn đồng}$
MBTK-80...	$207,4 + 187,6 = 394,4 \text{ ngàn đồng}$
CKG-25...	$273,2 + 9,9 = 283,1 \text{ ngàn đồng}$
K-252...	$329,9 + 27,7 = 356,6 \text{ ngàn đồng}$
E-2001...	$384,5 + 9,9 = 394,4 \text{ ngàn đồng}$

Như vậy sử dụng cần trục tự hành bánh xích CKG-25 là có lợi nhất.

Cần chú ý là chi phí sử dụng cần trục tháp thường thấp hơn chi phí sử dụng các cần trục tự hành, nhưng chi phí làm đường cho cần trục tháp lại quá lớn, nên ảnh hưởng đến kết quả cuối cùng.

Bài toán 4.5: Chọn cần trục lắp ghép nhà công nghiệp

Xây dựng một nhà máy cơ khí với diện tích $18000m^2$, người ta đã thiết lập được bốn phương án thi công lắp ghép các cấu kiện bê tông cốt thép bằng nhiều loại cần trục khác nhau như sau:

Phương án 1:

Cần trục CKG-25... $93 \times 2 = 186$ ca máy

Cần trục E.1003... $30 \times 2 = 60$ ca máy

Thời gian lắp ghép T = 101 ngày

Phương án 2:

Cần trục CKG-25... $66 \times 2 = 132$ ca máy

Cần trục E.1003... $57 \times 2 = 114$ ca máy

Thời gian lắp ghép T = 68,5 ngày

Phương án 3:

Cần trục CKG-25... $66 \times 2 = 186$ ca máy

Cần trục E.505... $41 \times 2 = 60$ ca máy

Cần trục K-255... $16 \times 2 = 32$ ca máy

Thời gian lắp ghép T = 68,5 ngày

Phương án 4:

Cần trục CKG-25 (số 1)... $40 \times 2 = 80$ ca máy

Cần trục CKG-25 (số 2)... $26 \times 2 = 52$ ca máy

Cần trục E.505... $41 \times 2 = 82$ ca máy

Cần trục K-255... $16 \times 2 = 32$ ca máy

Thời gian lắp ghép T = 49 ngày

Tổng thời gian xây dựng nhà máy kể cả việc lắp đặt thiết bị công nghệ ấn định là 18 tháng hay 1,5 năm.

Thời gian xây dựng các phần nằm dưới mặt đất của công trình là 4 tháng.

Thời gian lắp đặt thiết bị công nghệ của nhà máy do một đơn vị lắp máy chuyên nghiệp đảm nhận là 10 tháng. Việc lắp ráp các thiết bị này chỉ tiến hành được sau khi đã lắp ghép xong các kết cấu bê tông cốt thép.

Thời gian dành cho công tác lắp ghép công trình chỉ còn là $18 - (4 + 10) = 4$ tháng. Thời gian này đủ để thực hiện phương án 1, có thời gian lắp ghép dài nhất.

• Vốn đầu tư cho xây dựng theo dự toán là: 47.730 ngàn. Trong đó:

Trực tiếp phí xây dựng phần ngầm là: 8.530 ngàn

Trực tiếp phí cho lắp ghép nhà là: 29.650 ngàn

Trực tiếp phí cho hoàn thiện nhà là: 9.550 ngàn

Quy ước vốn đầu tư cho xây dựng được phân phối đều trong suốt thời gian thi công.

Phụ phí cho thi công xây lắp lấy bằng 16,7% tổng trực tiếp phí.

Yêu cầu xác định xem phương án lắp ghép nào trong số bốn phương án nêu trên là kinh tế nhất ở mức độ sau:

- a) Mức độ công trường (theo tổng trực tiếp phí)
- b) Mức độ công ty (có tính cả các phụ phí)
- c) Mức độ nền kinh tế quốc dân (có tính cả hiệu quả kinh tế do rút ngắn thời gian xây dựng)...

Cách giải:

1. So sánh các phương án theo tổng các trực tiếp phí

Tính chi phí sử dụng các cần trục theo công thức:

$$C = E + \frac{G_{\text{năm}}}{T_{\text{năm}}} T + G_{ca} \times T$$

với: E - chi phí cho một lần sử dụng máy;

$G_{\text{năm}}$ - tiền khấu hao máy hàng năm;

G_{ca} - chi phí khai thác mỗi ca máy;

$T_{\text{năm}}$ - số ca làm việc ấn định trong năm;

T - số ca máy làm việc tại công trường.

Những số liệu này lấy trong phụ lục 1; riêng các trị số của T đã cho ở trên.

Tập hợp các số liệu tính toán trong bảng 4.10.

Bảng 4.10

Mã hiệu cần trục	E (ngàn đồng)	$G_{\text{năm}}$ (ngàn đồng)	$T_{\text{năm}}$ (ca-máy)	G_{ca} (ngàn đồng)	T (ca máy)			
					Phương án			
					1	2	3	4
CKG-25 (số 1)	16,6	471	400	1,915	186	132	132	80
CKG-25 (số 2)	16,6	471	400	1,915	-	-	-	52
E-1003	15,4	273,5	400	2,035	60	114	-	-
E-505	7,9	174,5	400	1,883	-	-	28	82
K-255	12,24	295,5	400	2,160	-	-	32	32

Phương án 1:

CKG-25... $C_1 = 16,6 + \frac{471}{400} \times 186 + 1,915 \times 186 = 591,8 \text{ngàn}$

E-1003... $C_2 = 15,4 + \frac{273,5}{400} \times 60 + 2,035 \times 60 = 178,52 \text{ngàn}$

Tổng cộng: $770,32 \text{ngàn}$

Phương án 2:

CKG-25... $C_3 = 16,6 + \frac{471}{400} \times 186 + 1,915 \times 132 = 424,81 \text{ngàn}$

E-1003... $C_4 = 15,4 + \frac{273,5}{400} \times 114 + 2,035 \times 114 = 325,34 \text{ngàn}$

Tổng cộng: $750,15 \text{ngàn}$

Phương án 3:

CKG-25... $C_5 = 16,6 + \frac{471}{400} \times 132 + 1,915 \times 132 = 428,81 \text{ngàn}$

$$E-505... \quad C_6 = 7,9 + \frac{174,2}{400} \times 82 + 1,883 \times 82 = 198,01 \text{ ngàn}$$

$$K-255... \quad C_7 = 12,24 + \frac{295,5}{400} \times 32 + 2,16 \times 32 = 105,00 \text{ ngàn}$$

$$C_8 = \frac{174,2}{400} \times 32 = 13,92 \text{ ngàn}$$

Tổng cộng: **747,75 ngàn**

Cần trực E-505 phải nghỉ việc trong 16 ngày hay 32 ca, vậy phải tính khấu hao trong những ngày nghỉ việc đó:

Phương án 4:

$$CKG-25 (\text{số 1})... \quad C_9 = 16,6 + \frac{471}{400} \times 80 + 1,915 \times 80 = 263,80 \text{ ngàn}$$

$$CKG-25 (\text{số 2})... \quad C_{10} = 16,6 + \frac{471}{400} \times 52 + 1,915 \times 132 = 177,41 \text{ ngàn}$$

$$E-505... \quad C_{11} = 7,9 + \frac{174,2}{400} \times 82 + 1,883 \times 82 = 198,01 \text{ ngàn}$$

$$K-255... \quad C_{12} = 12,24 + \frac{295,5}{400} \times 32 + 2,16 \times 32 = 105,00 \text{ ngàn}$$

$$\text{Cần trực E-505 nghỉ việc 4 ngày} \quad C_{13} = \frac{174,2}{400} \times 8 = 3,45 \text{ ngàn}$$

Tổng cộng: 747,75 ngàn

Trong số bốn phương án trên, thì trực tiếp phí của phương án 3 là nhỏ nhất.

Do khối lượng lắp ghép là một, định mức lắp ghép giống nhau, nên số công lao động của cả bốn phương án đều bằng nhau, vậy khi so sánh các phương án ta không xét chi phí tiền công.

2. Ảnh hưởng của thời gian xây lắp đến, các phụ phí

Ở đây xét tính kinh tế của các phương án ở mức độ công ty xây lắp.

Khi rút ngắn thời gian xây dựng thì thành phần không đổi của các phụ phí cũng giảm theo; thành phần này chiếm khoảng 60% của tổng phụ phí.

Giảm thời gian lắp ghép kết cấu công trình không ảnh hưởng gì đến thời gian lắp ráp các thiết bị công nghệ, do một đơn vị thi công khác thực hiện.

Trực tiếp phí của công tác xây dựng là: 47.730 ngàn (trang 126).

Phụ phí (16,7%) của phương án 1 là: $47.730 \times 0,167 = 7.875,4$ ngàn.

Lấy phụ phí này làm chuẩn để so sánh với các phương án khác:

- Thời gian xây dựng theo phương án 1 là 18 tháng.

Thời gian xây dựng theo phương án 2 và 3 giảm:

$$101 - 69 = 32 \text{ ngày hay } 32/25 = 1,3 \text{ tháng}$$

- Vậy thời gian xây dựng của phương án 2 và 3 là: $18 - 1,3 = 16,7$ tháng.

Thời gian xây dựng của phương án 4 giảm:

$$101 - 49 = 52 \text{ ngày hay } 52/25 \approx 2 \text{ tháng}$$

Vậy thời gian xây dựng của phương án 4 là: $18 - 2 = 16$ tháng. Thành phần không đổi của các

phụ phí (PP):

trong phương án 1 là: $PP1 = 0,6 \times 7875,4 = 4720 \text{ ngàn}$

trong phương án 2 và 3 là: $PP3 = 4720 \times \frac{16,7}{18} = 4390 \text{ ngàn}$

trong phương án 4 là: $PP4 = 4720 \times \frac{16}{18} = 4200 \text{ ngàn}$

Như vậy phương án 4 so với phương án 3 tiết kiệm được trong phần phụ phí số tiền là:

$$4390 - 4200 = 190 \text{ ngàn}$$

Nhưng trực tiếp phí của phương án 4 lại lớn hơn trực tiếp phí của phương án 3 là:

$$747,67 - 741,75 = 5,92 \text{ ngàn} \approx 6 \text{ ngàn}$$

Nếu tính cả các phụ phí thì phương án 4 tiết kiệm hơn phương án 3 một số tiền là:

$$190 - 6 = 184 \text{ ngàn}$$

3. Ảnh hưởng của thời gian xây dựng đến vốn đầu tư chưa phát huy tác dụng

Ở đây xét tính kinh tế của các phương án ở mức độ nền kinh tế quốc dân.

Vốn đầu tư được phân phối đều hòa trong từng ba giai đoạn thi công là:

Thi công phần công trình ngầm;

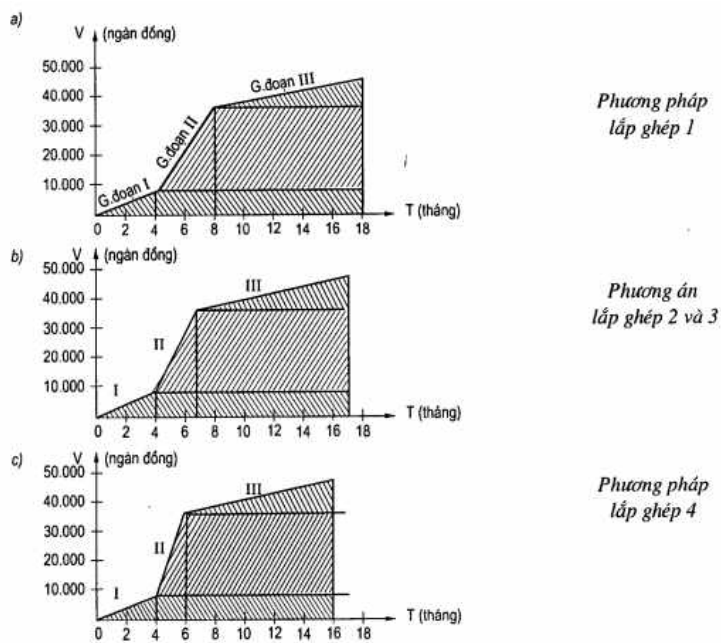
Lắp ghép kết cấu nhà;

Lắp ráp thiết bị công nghệ và các công việc khác.

Tập hợp các số liệu cho trước trong bảng 4.11.

Bảng 4.11

Các giai đoạn	Trực tiếp phí theo dự toán (ngàn đồng)	Thời gian thi công (tháng)		
		Phương án		
		1	2 và 3	4
Thi công phần ngầm	8530	4	4	4
Lắp ghép kết cấu nhà	29650	4	2,7	2
Lắp ráp thiết bị và các công việc khác	9550	10	10	10
Tổng cộng	47730	18	16,7	16



Hình 4.3: Các sơ đồ phân phối vốn đầu tư

* Hãy so sánh phương án 3 và 4.

- Phương án 3 (hình 4.3b)

Lấy tích số giữa khối lượng công việc tính bằng tiền với thời gian số tiền đó chưa phát huy tác dụng.

+ Trong giai đoạn I

Vốn đầu tư 8530 ngàn đồng sau 14,7 tháng mới phát huy tác dụng

$$K_1 = 8530(2 + 2,7 + 10) = 8530 \times 14,7$$

Tồn thất cho nền kinh tế quốc dân, khi hệ số hiệu quả (tiền lời hàng năm) $E = 0,17$ là:

$$TT_1 = 0,17 \times 8530 \times \frac{14,7}{12} = 1776 \text{ ngàn}$$

+ Trong giai đoạn II

$$K_2 = 29650\left(\frac{2,7}{2} + 10\right) = 29650 \times 11,35$$

$$TT_2 = 0,17 \times 29650 \times \frac{11,35}{12} = 4767 \text{ ngàn}$$

+ Trong giai đoạn III

$$K_3 = 9550 \times 5$$

$$TT_3 = 0,17 \times 9550 \times \frac{5}{12} = 676 \text{ ngàn}$$

Tổng tồn thất đối với nền kinh tế quốc dân của phương án 3 là:

$$1776 + 4767 + 676 = 7219 \text{ ngàn}$$

- Phương án 4 (hình 4.3c)

$$K_1 = 8530 \times 14$$

$$TT_1 = 0,17 \times 8530 \times \frac{14}{12} = 1692 \text{ ngàn}$$

$$K_2 = 29650 \times 11$$

$$TT_2 = 0,17 \times 29650 \times \frac{11}{12} = 4620 \text{ ngàn}$$

$$K_3 = 9550 \times 5$$

$$TT_3 = 0,17 \times 9550 \times \frac{5}{12} = 676 \text{ ngàn}$$

Tổng tổn thất: $1692 + 4620 + 676 = 6988 \text{ ngàn}$

Theo tính toán thì thấy: do rút ngắn thời gian xây dựng của phương án 4 nhiều hơn so với phương án 3, ta tiết kiệm thêm cho nền kinh tế quốc dân số tiền là:

$$7219 - 6988 = 231 \text{ ngàn}$$

Tổng số tiền tiết kiệm được do áp dụng phương án 4 là:

$$184 + 231 = 415 \text{ ngàn}$$

Bài toán 4.6: Kết hợp giải pháp cấu tạo và giải pháp thi công

Người ta định thay thế loại móng đúc sẵn của một nhà công nghiệp bê tông cốt thép lắp ghép bằng loại móng đúc tại chỗ. Hãy xét hiệu quả kinh tế của ý định này.

Các số liệu cho trước:

Nhà máy cơ khí này có giá thành dự toán là 700 triệu đồng. Kế hoạch là phải thi công xong 26.000 chiếc móng cột trong thời gian 1 năm.

Thể tích mỗi móng đúc sẵn là $1,87m^3$.

Thể tích mỗi móng đúc tại chỗ là $2m^3$, với lượng cốt thép là $50 \text{ kg}/m^3$, diện tích cốppha là $8m^2$ cho một móng; đổ bê tông móng bằng các cần trục ô tô K-32.

Các móng đúc sẵn được lắp ghép bằng 10 cần trục E-801. Thời gian xây dựng nhà máy với các móng lắp ghép sẽ rút ngắn được 4 tháng so với thời gian đúc móng.

Sử dụng các móng đúc sẵn thì trực tiếp phí sẽ tăng, nhưng công lao động tại công trường lại giảm; tiền công, các phụ phí và thời gian thi công đều giảm. Vậy khi xét hiệu quả kinh tế ta phải xét tất cả các yếu tố này.

Cách giải:

1. Xác định khối lượng công việc

a) Khi đúc móng: $A_1 = 26.000 \times 2 = 52.000m^3$

b) Khi lắp móng: $A_2 = 26.000 \times 1,87 = 48.500m^3$

2. Xác định công lao động và tiền lương cơ bản

a) Khi đúc móng

Đúc móng có bốn quá trình công tác:

- Ghép cốppha: $8m^2$

- Đặt cốt thép: $0,05 \times 2 = 0,1 \text{ tấn}$

- Đúc bê tông: $2m^3$

- Dỡ cốppha: $8m^2$

Bảng 4.12 tính công lao động và tiền công cho một móng.

Bảng 4.12

Các quá trình công tác	Đơn vị đo lường	Khối lượng công việc	Công lao động (giờ-công)		Tiền công (đồng)	
			Cho 1 đơn vị	Cho cả khối lượng	Cho 1 đơn vị	Cho cả khối lượng
Ghép cốppha...	m^2	8	0,74	5,92	30,7	255,6
Đặt cốt thép...	tấn	0,1	1,00	0,10	40	4,0
Đúc bê tông	m^3	2	0,44	0,88	19	38,0
Tháo cốppha	m^2	8	0,22	1,76	9,2	73,6
Tổng cộng				8,57		371,22

Tổng số công lao động: $m_1 = \frac{26000 \times 8,57}{7} = 31850$ ngày công

Tổng tiền công: $L_1 = 26000 \times 371 = 9.560.000$ đồng

b) Khi lắp móng

Định mức lắp một móng dưới 5 tấc: 2,6 giờ công và tiền công là 116 đồng.

Tổng số công lao động: $m_2 = \frac{2,6}{7} \times 26.000 = 9660$ ngày công

Tổng tiền công: $L_2 = 26.000 \times 116 = 3.016.000$ đồng

3. Xác định thời gian thi công các móng

a) Khi đúc móng

Thời gian thi công đúc móng là $t_1 = 1$ năm (theo đầu bài).

Số ngày làm việc trung bình trong một năm là: 285 ngày

Số công nhân cần có trong ngày: $N = \frac{m_1}{285} = \frac{31850}{285} = 112$ người

Mỗi ngày làm 2 ca, thì trong mỗi ca có 56 người. Tổ chức họ thành những tổ hỗn hợp gồm 14 người một tổ, thì số tổ trong mỗi ca là $\frac{56}{14} = 4$. Mỗi tổ được phục vụ bởi một cần 14 trục ô tô K-32.

b) Khi lắp móng

Thời gian thi công lắp móng xác định theo điều kiện cho trước của bài toán, bằng 10 cần trục lắp ghép E-801.

Tổ thợ lắp ghép với cần trục này gồm 3 người. Nếu mỗi ngày làm 2 ca, thì số công nhân trong ngày sẽ là:

$$10 \times 3 \times 2 = 60 \text{ người}$$

Thời gian lắp móng là: $t_2 = \frac{9660}{60} = 161$ ngày (hay $\frac{161}{285} = 0,565$ năm)

4. Tính trực tiếp phí và chi phí máy

a) Khi đúc móng

Trực tiếp phí cho lm^3 bê tông đúc móng là:

$$C_1 = C_d + C_b + C_a = 375 + 1520 + 0,05 \times 15900 = 2690 \text{ đồng}$$

trong đó: C_d - trực tiếp phí cho việc đúc bê tông toàn khối (không tính giá tiền cốt thép và bê tông);

C_b - tiền bê tông chở đến hiện trường (khối lượng bê tông $1,015\text{m}^3$, mác bê tông 200, khoảng cách chuyên chở 5km);

C_a - tiền cốt thép tính cho lm^3 móng có 50 kg/m^3 , với giá 1 tấn thép là 15900 đồng.

Trị giá một cần trục ô tô K-32 là: 603.500 đồng.

b) Khi lắp móng

Trực tiếp phí cho lm^3 móng lắp là:

$$C_2 = C_1 + C_v + C_m = 314 + 340 + 2600 = 3254 \text{ đồng};$$

trong đó: C_1 - chi phí lắp ghép các móng bê tông cốt thép, nặng trên 5 tấn;

C_v - chi phí vận chuyển móng đi xa 5km;

C_m - giá bán sỉ một khối móng cột có lượng cốt thép 50kg/m^3 .

Trị giá cần trục E-801 là 1.989.000 đồng.

5. Tính các chi phí quy đổi của các phương án (có xét tới lãi định mức)

Áp dụng công thức: $Q = C + EVT$

Q - chi phí quy đổi;

C - trực tiếp phí;

E - lãi định mức (lấy bằng 6% vốn đầu tư);

V - giá trị vốn đầu tư (là giá trị của các máy dùng để thi công móng);

T - thời gian thi công, tính theo năm.

a) Khi đúc móng

$$\begin{aligned} Q_1 &= A_1 C_1 + EV_1 T_1 = 52000 \times 2690 + 0,06 \times 4 \times 603500.1 \\ &= 139.880.000 + 144.700 = 140.024.700 \text{ đồng} \end{aligned}$$

trong đó: A_1 - khối lượng bê tông móng đúc tại chỗ (m^3);

C_1 - trực tiếp phí tính cho lm^3 móng đúc;

V_1 - trị giá của bốn cần trục ô tô K-32;

T_1 - thời gian thi công đúc các móng (1 năm).

b) Khi lắp móng

$$\begin{aligned} Q_2 &= A_2 C_2 + EV_2 T_2 \\ &= 52000 \times 3254 + 0,06 \times 10 \times 1.989.000 \times 0,565 \\ &= 169.208.000 + 675.000 = 169.883.000 \text{ đồng} \end{aligned}$$

6. Tính các phụ phí

a) Thành phần không đổi của các phụ phí tính theo công thức sau:

- Khi đúc móng: $P'_1 = 0,6P = 0,6 \times 0,167 \times 2690 \times 52.000 = 14.020.000$ đồng
- Khí lấp móng: $P''_2 = 0,6 \times \frac{P}{t_1} t_2 = \frac{14.020.000}{1} \times 0,565 = 7.920.000$ đồng

trong đó: P - phụ phí đúc các móng;

0,6 - tỉ lệ thành phần không đổi trong phụ phí;

0,167 - phụ phí được lấy bằng 16,7% trực tiếp phí.

t_1, t_2 - thời gian thi công đúc móng và lấp móng tính theo năm.

b) *Thành phần phụ phí theo công lao động*

- Khi đúc móng: $P'_1 = 40m_1 = 40 \times 31850 = 1.273.000$ đồng

- Khí lấp móng: $P''_2 = 40m_2 = 40 \times 9660 = 386.000$ đồng

c) *Thành phần phụ phí theo tiền công*

- Khi đúc móng: $P'_3 = 0,15 \times L_1 = 0,15 \times 9.560.000 = 1.434.000$ đồng

- Khí lấp móng: $P''_3 = 0,15 \times L_2 = 0,15 \times 3.016.000 = 452.000$ đồng

7. *Tính hiệu quả kinh tế H, do rút ngắn thời gian xây dựng*

Giả thiết vốn đầu tư phân bố đều hòa.

$$H = \frac{1}{2} EV(T_1 - T_2)$$

$$= \frac{1}{2} \times 0,2 \times 700.000.000 \times \frac{1}{3} = 23.333.300 \text{ đồng}$$

trong đó:

E - hệ số hiệu quả kinh tế của từng ngành, ở đây là ngành cơ khí chế tạo máy, nên lấy $E = 0,2$;

V - giá thành dự toán công trình;

$(T_1 - T_2)$ - thời gian rút ngắn, theo đầu bài là 4 tháng, hay 1/3 năm.

8. *So sánh chi phí của hai phương án thi công móng*

Bảng 4.13

Các chỉ tiêu dự toán	Đơn vị tính	Móng	
		Đúc	Lấp
Trực tiếp phí	ngàn đồng	139.880	169.208
Lãi định mức	ngàn đồng	144	675
Phụ phí			
thành phần không đổi	ngàn đồng	14020	7920
theo công lao động	ngàn đồng	1273	386
theo tiền công	ngàn đồng	1434	452
Tổng dự toán	ngàn đồng	156.751	178.641
Các chỉ tiêu so sánh khác			
Thời gian thi công	năm	1	0,565
Công lao động	ngày công	31850	9660
Tiền công	ngàn đồng	1434	452,4

Bài 12

Thiết kế tổ chức hệ thống điện nước tại công trường

12.1. Khái niệm chung

Nhu cầu về điện, nước cùng các nguồn năng lượng khác phụ thuộc vào khối xây lắp trên công trường, tính chất và biện pháp thi công được áp dụng, chức năng và quy mô sản xuất, số lượng công nhân, máy móc phục vụ và điều kiện tại chỗ.

Thiết kế cấp điện nước, năng lượng phụ thuộc vào việc điều tra khảo sát khu vực xây dựng để chọn nguồn cấp hợp lý và kinh tế nhất. Phương án tốt nhất được chọn là từ mạng có sẵn trong khu vực, nếu không có sẵn thì xây dựng trạm nguồn cung cấp riêng.

Yêu cầu mạng kỹ thuật tạm là đơn giản, xây dựng nhanh, dễ dàng, chi phí cho xây dựng thấp, đòi hỏi sử dụng các loại thiết bị cơ động, kết cấu tháo lắp được để sử dụng nhiều lần.

12.2. Thiết kế tổ chức cấp điện công trường

12.2.1 Đặc điểm và yêu cầu cấp điện cho công trường

- Công suất sử dụng của công trường xây dựng khác nhau tùy qui mô và thường rất lớn.
- Chi phí điện năng có thể chiếm từ (0,5-1,5)% giá thành công tác xây lắp.
- Cơ cấu dùng điện của công trường khác nhau, đa dạng gồm các nguồn tiêu thụ sau:
 - Cung cấp cho động cơ của các thiết bị, máy móc thi công 70% nhu cầu điện năng của công trường (cần cẩu, các máy thăng tải, máy trộn, các loại máy dùng trong các xưởng phụ trợ...).
 - Dùng cho các quá trình sản xuất : quá trình hàn điện, các công tác sấy, xử lý bê tông nhiệt ... chiếm khoảng 20% nhu cầu điện.
 - Dùng cho nhu cầu chiếu sáng : Trong nhà, ngoài nhà, khoảng 10% nhu cầu.
- Điện áp sử dụng cho công trình gồm nhiều loại khác nhau (110V, 220V, 380V, 1 pha, 3 pha).
- Yêu cầu về thời gian cung cấp điện khác nhau :
 - Loại 1: phụ tải yêu cầu cấp điện liên tục, nếu mất điện gây nguy hiểm đến tính mạng công nhân hay hư hỏng công việc. Ví dụ: Thi công trong tuyết nên ngầm thì thiết bị thông gió phải hoạt động liên tục, thi công đổ bê tông dưới nước...
 - Loại 2: các loại phụ tải mà khi ngưng cung cấp điện sẽ dừng công việc làm cho sản phẩm bị hư hỏng (cho phép ngưng cấp trong thời gian ngắn để đổi nguồn phát).
 - Loại 3: các phụ tải chiếu sáng, loại này có thể ngừng cấp điện trong thời gian tương đối dài.
- Yêu cầu về chất lượng cấp điện:
 - Yêu cầu về điện áp: độ sụt điện áp ở thiết bị dùng điện xa nhất đối với mạng động lực $\Delta U = \pm 5\% U_{đm}$; đối với mạng chiếu sáng $\Delta U = \pm 2,5\% U_{đm}$; đối với mạng chung động lực và chiếu sáng $\Delta U = \pm 6\% U_{đm}$.
 - Độ lệch tần (tần số): cho phép 0,5Hz (công suất tiêu thụ phải nhỏ hơn công suất nguồn).
- Bảo đảm an toàn sử dụng điện cho người và thiết bị.

12.2.2 Nội dung thiết kế tổ chức cấp điện

a.) Xác định công suất tiêu thụ trên toàn công trường

Các bộ phận tiêu thụ điện trên công trường.

- Điện dùng cho nhóm động cơ, máy móc, thiết bị:

$$P_{dc} = (k_1 \times \sum P_{dci}) / (\eta \times \cos \varphi), (kw)$$

- Điện dùng cho các quá trình sản xuất:

$$P_{sx} = (k_2 \times \sum P_{sxi}) / (\cos \varphi), (kw)$$

- Điện dùng chiếu sáng:

$$\text{Trong nhà: } P_{chs_tr} = (k_3 \times \sum S_i \times q_i) / 1000, (kw)$$

$$\text{Ngoài nhà: } P_{chs_ng} = (k_4 \times \sum S'_i \times q'_i) / 1000, (kw)$$

$$\text{Tổng cộng công suất nguồn: } P = k \times (P_{dc} + P_{sx} + P_{chs_tr} + P_{chs_ng})$$

Với P_{dci} công suất định mức của động cơ dùng trong loại máy i ;

η hệ số hiệu suất của động cơ ($\eta = 0,78$);

P_{sxi} công suất yêu cầu của quá trình sản xuất i , phụ thuộc khối lượng công việc và định mức tiêu hao về điện năng;

$\cos \varphi$ hệ số công suất, phụ thuộc vào loại động cơ, số lượng và sự làm việc đồng thời.

S_i, S'_i diện tích chiếu sáng trong, ngoài (m^2);

q_i, q'_i định mức chiếu sáng trong, ngoài (W/m^2);

$k_{1,2,3,4}$ hệ số sử dụng điện không đều của các phụ tải;

k hệ số tổn thất công suất trên mạng dây, $k=1,05$ nguồn là các máy phát, $k=1,1$ nguồn là các máy biến áp.

Chú ý: để chọn công suất nguồn hợp lý, vừa đảm bảo cung cấp đủ theo nhu cầu, vừa kinh tế, cần lập biểu đồ tiêu thụ điện năng theo thời gian (10 ngày hoặc 1 tuần) và lấy chỉ số lớn nhất của biểu đồ để chọn công suất nguồn.

b.) Chọn nguồn cung cấp.

☉ **Nguồn là mạng điện khu vực:** khi trong khu vực có sẵn mạng điện chung thì nên chọn nguồn từ đó. Việc chọn phụ thuộc vào điện áp, công suất, tình trạng mạng dây mà công tác tổ chức cấp điện khác nhau.

- Mạng điện khu vực là cao áp: mạng điện khu vực xây dựng rẽ nhánh từ lưới điện cao áp bằng các trạm biến áp ($U \geq 35kv$ trung gian; $U < 35kv$ trực tiếp).

- Mạng hạ thế: có thể đặt thêm trạm biến áp mới hoặc mở rộng trạm biến áp cũ, làm mới hoặc sử dụng lại đường dây cũ.

Ưu điểm của dạng này là sử dụng mạng lưới điện có sẵn, điện áp công suất ổn định, dung lượng lớn, vận hành bảo quản đơn giản, giá thành rẻ.

☉ **Nguồn máy phát tại chỗ:** sử dụng khi không có sẵn lưới điện khu vực hoặc khi có mạng điện ở khu vực nhưng công trường xa và phân tán trên địa bàn rộng, khối lượng công tác không lớn hoặc trong giai đoạn chuẩn bị công trường, khi chưa lắp được mạng điện chính thức.

Vị trí đặt: đặt gần trung tâm khu vực phụ tải, đảm bảo cự ly an toàn, nên chọn vị trí có hướng gió để dễ làm nguội nguồn bằng phương pháp tự nhiên, tránh xa khu vực nguy hiểm (cháy, nổ, hóa chất...), không cản trở công tác vận chuyển và đi lại trên công trường.

Ưu điểm của dạng này là có tính cơ động cao, có thể di chuyển đến gần thiết bị, chủ động sử dụng theo yêu cầu tiến độ thi công, thời gian xây dựng lắp đặt nhanh.

c.) Thiết kế mạng dây.

Thiết kế mạng điện cấp cho công trường gồm 2 phần chính: phần mạng dây trên không nối từ nguồn đến trung tâm phân phối, phần mạng dây từ trung tâm phân phối đến các phụ tải.

☉ **Mạng dây trên không :** bao gồm các nội dung chính.

- Tổng hợp và nghiên cứu các tài liệu liên quan.
- Nghiên cứu về phụ tải: phân nhóm (động lực, chiếu sáng) và tính công suất.
- Vạch tuyến đường dây: dựa vào tổng mặt bằng thi công công trình và công trường, đặc điểm và tính chất, vị trí của các phụ tải mà vạch tuyến và xác định khối lượng dây dẫn đảm bảo tổng khối lượng dây dẫn nhỏ nhất.

- Lập sơ đồ phân phối theo tuyến dây và phụ tải.

- Chọn tiết diện dây dẫn.

☉ Một số yêu cầu khi chọn tiết diện dây.

- Đường dây phải tải được dòng điện chạy qua nó theo tính toán: $I_{tt} < I_{cp}$.
- Tổn thất điện áp tính toán phải bé hơn tổn thất điện áp cho phép: $\Delta U_{tt} < \Delta U_{cp}$.
- Đảm bảo được độ bền cơ học: hệ thống dây dẫn phải chịu được sức căng dưới tác dụng của tải trọng, của gió..., có thể lấy theo quy định sau: dây dẫn đồng ($S \geq 6\text{mm}^2$), dây dẫn nhôm ($S \geq 16\text{mm}^2$), dây thép ($S \geq \emptyset 4$)

☉ Để đơn giản trong tính toán đường dây tạm, thường với đường dây trên không ta chọn theo điều kiện tổn thất điện áp rồi kiểm tra lại theo điều kiện cường độ, còn với đường dây nhánh đến phụ tải thì chọn theo điều kiện cường độ rồi kiểm tra lại theo điều kiện tổn thất điện áp.

- Chọn tiết diện dây pha: theo điều kiện cường độ I_{tt} .

Với điện động lực thì: $I_{tt} = P / (\sqrt{3} U_d \cos \varphi)$.

Với điện chiếu sáng thì: $I_{tt} = P_p / U_p$.

Sau đó kiểm tra điều kiện $I_{tt} < I_{cp}$ và tra bảng để xác định tiết diện dây dẫn.

Với $P_{\text{công suất}}$ của cả 3 pha (kw);

P_{P} công suất chiếu sáng của từng pha (kw);

$U_{\text{P}}, U_{\text{d}}$ điện áp pha, dây (kv, v);

$\cos\varphi$ hệ số công suất phụ tải (0,7-0,75).

- Nếu tính theo điều kiện tổn thất điện áp thì tiết diện dây dẫn có thể xác định theo các công thức

$$\text{sau: } S = (200\rho \times \sum I_k \times L_k) / (\Delta U \times U_{dm})$$

Với I_k cường độ dòng điện ở pha k (A);

L_k chiều dài dây dẫn đến phụ tải ở pha k (m);

$\Delta U(\%)$ tổn thất điện áp cho phép (tra bảng phụ thuộc điều kiện phụ tải);

U_{dm} điện áp định mức (kv, v);

ρ điện trở suất của dây dẫn ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, phụ thuộc chất liệu dây).

- Chọn tiết diện cho dây trung tính.

Với mạng 3 pha có thể lấy: $S_{tr,t} = (1/3 - 1/2) \times S_p$.

Với các mạng khác thì: $S_{tr,t} = S_p$.

⊙ **Chọn thiết bị bảo vệ** đường dây dẫn và chống sét.

• Chọn thiết bị bảo vệ, yêu cầu chọn phù hợp với công suất, dòng điện, sơ đồ nguyên lý..., bao gồm các loại : Áptomat, khởi động từ, các loại thiết bị đóng ngắt khác (cầu dao, cầu chì...).

- Chống sét bảo vệ đường dây: đặt thu lôi chống sét và nối đất chân sứ.

12.3. Thiết kế tổ chức cấp nước công trường

12.3.1 Đặc điểm và yêu cầu chung.

Lượng nước dùng cho các công trình xây dựng khá lớn và rất đa dạng như cho các quá trình sản xuất, cho các quá trình gia công vật liệu, cho sinh hoạt... Các nguyên tắc thiết kế.

• Hệ thống cấp nước phải đáp ứng đầy đủ, thuận tiện cho quá trình sản xuất, sinh hoạt, phòng cháy.

• Tận dụng mạng cấp có sẵn khu vực để nâng cao chất lượng cấp nước, giảm kinh phí xây dựng, khai thác và bảo quản...

• Hệ thống cấp nên đơn giản, tháo lắp dễ, thuận lợi trong di chuyển, và sử dụng được nhiều lần.

• Đảm bảo an toàn cho người và thiết bị trong quá trình sử dụng.

12.3.2 Nội dung thiết kế tổ chức cấp nước :

Tùy thuộc đặc tính và quy mô công trình... mà quy định nội dung của công tác này, công việc chính bao gồm:

• Xác định lưu lượng nước cần dùng.

• Chọn nguồn nước theo yêu cầu chất lượng và số lượng

- Thiết kế và chọn mạng lưới cấp nước cho công trường.
- Thiết kế các công trình đầu cuối (nếu cần).
- Bố trí các công trình cấp nước trên công trường.

a.) Xác định hệ và lưu lượng nước tiêu thụ.

• **Nước dùng cho sản xuất** (N_{sx}): nước dùng cho các quá trình thi công xây dựng, cho các xí nghiệp phụ trợ (các trạm máy, trạm nguồn ...).

$$N_{sx} = k \times [(k_1 \times Q_1)/7 + (k_2 \times Q_2)/7 + k_3 \times Q_3 + k_4 \times Q_4] \quad (m^3/h; l/s)$$

Với Q_1 _lượng nước dùng cho các quá trình thi công xây dựng (l/ca; m^3 /ca);

Q_2 _lượng nước dùng cho các xí nghiệp phụ trợ, trạm máy (l/ca; m^3 /ca);

Q_3 _lượng nước dùng cho các động cơ, máy xây dựng (l/h; m^3 /h);

Q_4 _lượng nước dùng cho các máy phát điện nếu có (l/h; m^3 /h);

$k_{1,2,3,4}$ _hệ số dùng nước không đều tương ứng.

(Có thể lấy: $k_1=1,5$; $k_2=1,25$; $k_3=2$; $k_4=1,1$).

k _hệ số tính đến các nhu cầu nhỏ khác chưa tính hết ($k=1,2$).

• **Nước dùng cho sinh hoạt** (N_{sh}^{ct} ; N_{sh}^{tt}): ở công trường và khu tập thể.

Ở công trường: $N_{sh}^{ct} = (k^{ct} \times N \times q \times k/7) + N_t$ (m^3/h ; l/s)

Với k^{ct} _hệ số dùng nước sinh hoạt không đều ở công trường ($K^{ct}=2,7$);

N _số công nhân hoạt động ở ca đông nhất (người);

q _định mức dùng nước tính cho 1 công nhân ở công trường (l/ca);

Công trường có mạng thoát nước sinh hoạt: $q=10-15$ l/ng.ca;

Công trường không có mạng thoát nước sinh hoạt: $q=6-8$ l/ng.ca;

k _hệ số tính đến số cán bộ hoạt động trên công trường ($k=1,04-1,05$);

N_t _lượng nước tưới cây, vệ sinh môi trường ($N_t=3-5$ l/ngày. m^2 tưới).

Ở khu tập thể: $N_{sh}^{tt} = k^{tt} \times Q_{sh}^{tt} / 24$ (m^3/h ; l/s)

Với k^{tt} _hệ số dùng nước không đều ở khu tập thể ($K^{tt} = 2$);

Q_{sh}^{tt} _lượng nước dùng ở khu tập thể trong 1 ngày đêm (l/ng.đêm).

(Phụ thuộc vào số người và cách dùng nước).

• **Lượng nước dùng cho chữa cháy** (N_{cc}) ở công trình và khu tập thể: phụ thuộc số người và diện tích của công trình, khu tập thể, có thể lấy 10-20 l/s hoặc tra bảng.

Xác định tổng lưu lượng (N_{Σ}): sau khi tính toán lưu lượng nước dùng cho sản xuất và sinh hoạt, ta sẽ vẽ biểu đồ tiêu thụ N_{sx} , N_{sh} cho từng khoảng thời gian 10 ngày, căn cứ vào giá trị $0,5 \max(N_{sx} + N_{sh})$ và N_{cc} để tính N_{Σ} , sau đó chọn đường ống chính và công suất của máy bơm.

• Nếu $N_{cc} < 0,5(N_{sx} + N_{sh})_{\max}$ thì xác định lưu lượng tổng theo công thức:

$$N_{\Sigma} = (N_{sx} + N_{sh})_{\max} \times k$$

- Nếu $N_{cc} \geq 0,5 \max(N_{sx} + N_{sh})$ thì xác định lưu lượng tổng theo công thức:

$$N_{\Sigma} = [0,5 \times (N_{sx} + N_{sh})_{\max} + N_{cc}] \times k$$

Với $k=1,05-1,1$ hệ số tổn thất nước trong mạng đường ống tạm.

b.) Chọn nguồn cung cấp.

- Khi chọn nguồn nước phải thoả mãn yêu cầu chất lượng nước cho cả quá trình sản xuất và sinh hoạt, đồng thời phải ổn định về khối lượng nước cấp cho công trường theo tiến độ thi công và nhu cầu sinh hoạt.

- Chất lượng nước dùng cho sinh hoạt phải đảm bảo tiêu chuẩn vệ sinh như cấp cho khu dân cư, đô thị. Chất lượng nước dùng cho sản xuất phải đảm bảo không phá hoại hoặc gây trở ngại cho sự hoạt động bình thường của máy móc thiết bị, đảm bảo chất lượng của kết cấu xây dựng.

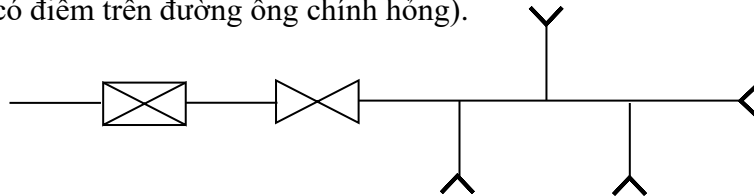
- Nguồn cấp cho công trình có thể lấy từ mạng có sẵn (chủ yếu) hoặc dựa vào các nguồn tự nhiên (sông, hồ...) hoặc dựa vào nguồn nước ngầm...

- Khi chọn nguồn nước cần tính toán so sánh các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật như: giá thành 1 đơn vị nước cấp, khối lượng vật liệu thiết bị nhân lực cần dùng, thời gian xây dựng, chi phí cho quá trình quản lý khai thác, chất lượng nước...

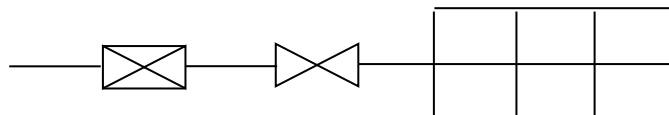
c. Thiết kế mạng cấp.

- **Chọn sơ đồ:** có ba loại sơ đồ mạng lưới.

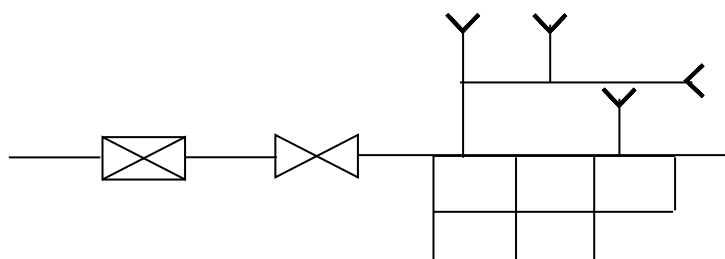
-*Sơ đồ mạng lưới cắt:* các điểm dùng nước ở phân tán riêng rẽ trên công trường, có ưu điểm là tổng chiều dài mạng ngắn, kinh phí xây dựng thấp nhưng nhược điểm là không đảm bảo cung cấp nước liên tục (nhất là khi có điểm trên đường ống chính hỏng).



-*Sơ đồ mạng vòng:* cấp cho các khu vực sản xuất tập trung hoặc các nơi sản xuất có yêu cầu cấp nước liên tục, ưu điểm đảm bảo được việc cấp nước liên tục, nhược điểm là chiều dài mạng lưới lớn, kinh phí xây dựng lớn.



-*Sơ đồ mạng hỗn hợp:* kết hợp 2 loại sơ đồ trên, với những điểm tiêu thụ rải các cấp theo sơ đồ mạng lưới cắt, với những khu tập trung cấp theo sơ đồ mạng vòng. Dạng này tỏ ra kinh tế và được sử dụng rộng rãi trên công trường.



- **Vạch tuyến:** khi vạch tuyến cần chú ý nguyên tắc:
 - Mạng lưới phải đi đến toàn bộ các điểm dùng nước.
 - Các tuyến ống chính nên đặt dọc theo trục giao thông theo hướng của nước chảy về phía cuối mạng lưới..., các tuyến phải vạch theo đường ngắn nhất, tổng chiều dài mạng cũng phải ngắn nhất.
 - Chú ý phối hợp với các mạng kỹ thuật khác...để thuận tiện trong công tác vận hành, bảo quản...
- **Tính toán mạng cấp:** nhằm xác định đường kính của ống nước theo vận tốc kinh tế, tổn thất áp lực của mạng tương ứng với lưu lượng tính toán, chọn chiều cao đặt đầu nước, áp lực máy bơm, vật liệu đường ống...Nội dung tính toán được trình bày trong giáo trình Cấp thoát nước chuyên ngành, có thể nêu tóm tắt các nội dung đó gồm:
 - Xác định lưu lượng nước tính toán .
 - Xác định đường kính ống dẫn chính, phụ.
 - Xác định tổn thất áp lực trong các đoạn ống và toàn mạng.
 - Tính toán các công trình đầu mối.

Xác định đường kính ống dẫn chính (D): $D = \sqrt{\Sigma(4N_{\Sigma}) / (v \cdot \pi)}$

Với N_{Σ} lưu lượng tổng cộng (m³/s);

v vận tốc nước chảy trung bình trong ống chính ($v=1,2-1,5\text{m/s}$);

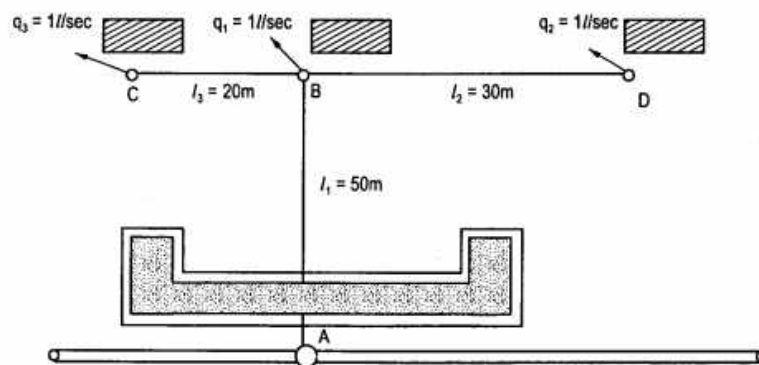
Đường ống phụ có thể chọn theo cấu tạo, thường đặt nổi, dễ di động, tháo lắp.

Bài toán 5.1: Thiết kế mạng đường ống cấp nước thi công

Cho mặt bằng công trường và mạng đường ống cấp nước tạm thời như trong hình 5.1.

Tính đường kính ống cấp, biết rằng cột nước tại điểm cấp A trên mạng lưới đường ống địa phương là $h_a = 36\text{m}$.

Độ cao của điểm tiêu thụ nước C và D so với điểm cấp A trên mạng đường ống địa phương là: $h_c=3\text{m}$, $h_d=2\text{m}$.



Hình 5.1

Cách giải:

Tổng thất cột nước trên toàn bộ chiều dài đường ống cấp bằng:

$$H_0 = h_{t.d} + h_{vk} + h_{dh} + 1,2\Sigma il$$

với $h_{t.d}$ - cột nước tự do để chảy tràn, thường lấy là 1m;

h_{vk} - tổn thất cột nước ở các van khóa (thường lấy là 2m);

h_{dh} - độ chênh lệch địa hình giữa điểm tiêu thụ và điểm cung cấp;

i - tổn thất cột nước trên 1m dài đường ống;

l - chiều dài đoạn đường ống.

Tổng cộng các tổn thất áp lực nước phải bằng hoặc phải nhỏ hơn cột nước H_A tại điểm cấp, nghĩa là $H_A \geq H_0$.

Để giải bài toán, ban đầu ta hãy chấp nhận:

$$H_A - H_0 \text{ mà } H_A = 36m$$

• Trên nhánh đường ống ABD ta có:

$$36 = 1 + 2 + 3 + 1,2\Sigma il$$

Từ đó ta rút ra: $\Sigma il = 25m \text{ mà } l = 50 + 30 = 80m$

vậy: $i = \frac{25}{80} = 0,313 \text{ m/m hay } 313 \text{ mm/m}$

• Trên nhánh đường ống ABC ta có:

$$36 = 1 + 2 + 2 + 1,2\Sigma il$$

Từ đó rút ra: $\Sigma il = 25,8m$

$$l = 50 + 20 = 70m$$

$$i = \frac{25,8}{70} = 0,369 \text{ m/m hay } 369 \text{ mm/m}$$

Đến đây phải sử dụng các số liệu trong bảng 5.2 (có in kèm theo) để xác định đường kính ống.

Cách tính đường kính ống trình bày theo bảng 5.1.

Bảng 5.1

Nhánh	Đoạn	Lưu lượng (l/s)	Đường kính ống	Lưu tốc nước (m/s)	i (mm/m)	l (m)	il (mm)	Trị số trung bình của i (mm/m)
ABD	1	5	50	2,35	277	50	13850	313
	2	1,5	32	1,58	211	30	6330	
$\Sigma il = 20180\text{mm} = 20,2m$								
ABC	1	5	50	2,35	277	50	13850	369
	3	1	32	1,05	95,7	20	1914	
$\Sigma il = 15764\text{mm} = 15,8m$								

Áp suất dự trữ trên nhánh ABD: $\frac{(36 - 20,2 \times 1,2 - 6)100}{36} = 13\%$

và trên nhánh ABC:
$$\frac{(36-15,8 \times 1,2-5)100}{36} = 33\%$$

Áp suất dự trữ có thể lấy tới 20%, đề phòng có thêm các điểm tiêu thụ mới, hoặc các điểm tiêu thụ cũ cần tăng thêm lưu lượng.

Tại nhánh ABC, áp suất dự trữ quá lớn, ta hãy giảm đường kính ống tại đoạn 3 xuống 25mm. Theo bảng 5.2, đối với ống có đường kính 25mm và lưu lượng 1 l/s, thì $i=437\text{mm/m}$, lưu tốc $V=1,88\text{ m/s}$.

Trong đoạn này:

$$il = 437 \times 20 = 8470\text{mm}$$

và
$$\Sigma il = 13,850 + 8,740 = 22,6\text{m} < 25,8$$

Áp suất dự trữ là:
$$\frac{(36-22,6 \times 1,2-5)100}{36} = 11\% < 20\%$$

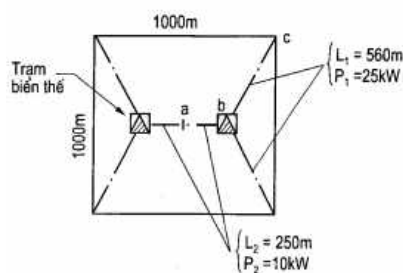
Bài toán 5.2: Thiết kế mạng điện thi công

Diện tích công trường $1000 \times 1000\text{m}$.

Tổng công suất tiêu thụ điện là $P_t = 120\text{kW}$

Cần bố trí hai trạm biến thế trên mặt bằng công trường (hình 5.2) và mạng lưới bốn đường dây dẫn chính với điện thế 380/220 vôn; hệ bốn dây (ba dây nóng và một dây nguội); dây bằng nhôm.

Tải trọng dạng hỗn hợp (vừa chạy máy, vừa thấp sáng) phân bố đều trên các đường dây dẫn chính.



Hình 5.2

Cách giải:

- Tổng công suất các trạm biến thế là:

$$S = \frac{P_t}{\cos \varphi} = \frac{120}{0,7} = 171\text{kVa}$$

Công suất của mỗi trạm biến thế là 86kVa. Chọn máy biến thế BT-100/6 có công suất danh hiệu là 100kVa.

Bảng 5.2. Số liệu để tính đường ống thép

q l/s	Đường kính ống (mm)																		
	15		20		25		32		40		50		70		80		100		
	v	i	v	i	v	i	v	i	v	i	v	i	v	i	v	i	v	i	
0,1	0,58	98,5	0,31	20,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,3	1,76	793	0,93	153	0,56	44,2	0,32	10,7	0,24	5,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5	2,93	2202	1,55	411	0,94	113	0,53	26,7	0,4	13,4	0,23	3,74	-	-	-	-	-	-	-
1					1,88	437	1,05	95,7	0,8	47,3	0,47	12,9	0,28	3,76	0,2	1,64			
1,5					2,82	983	1,58	211	1,19	101	0,71	27	0,42	7,72	0,3	3,36			
2							2,11	375	1,59	178	0,96	46	0,57	13	0,4	5,62	0,23	1,47	
3									2,39	400	1,41	99,8	0,85	27,4	0,6	11,7	0,35	2,98	
4											1,88	177	1,13	46,8	0,81	19,8	0,46	5,01	
5											2,35	277	1,42	72,3	1,01	30	0,58	7,49	
6											2,82	399	1,7	104	1,21	42,1	0,69	10,5	
7													1,99	142	1,41	57,3	0,81	13,9	
8													2,27	185	1,61	74,8	0,92	17,8	
9													2,55	234	1,81	94,6	1,04	22,1	
10													2,84	289	2,01	117	1,15	26,9	
12															2,42	168	1,39	38,5	

Tải trọng trên 1m dài đường dây là:

$$q = \frac{120}{560 \times 4 + 250 \times 2} = 0,043 \text{ kW/m}$$

• Tiết diện đoạn dây (b-c) xác định như sau:

- Tính tổng mômen tải:

$$\Sigma Pl = \frac{qL_1^2}{2} = \frac{0,043 \times 560^2}{2} = 6740 \text{ kW.m}$$

- Tính tiết diện dây dẫn (đường ba pha) bằng công thức:

$$S = \frac{100 \Sigma Pl}{k \cdot U_d^2 \cdot \Delta u}$$

với: U_d - điện thế dây (V);

Δu - độ sụt điện thế cho phép, tính cho số phần trăm;

k - điện dẫn suất (của nhôm k = 34,5; của đồng k = 57; của thép k = 10).

$$S = \frac{100 \times 6740 \times 10^3}{34,5.380^2 \times 2} = 27,1 \text{ mm}^2$$

Theo bảng 5.3, ta chọn dây nhôm A-35, có tiết diện 35mm².

Bảng 5.3. Số liệu để chọn tiết diện dây theo cường độ dòng điện

Dây nhôm		Dây đồng		Dây thép	
Tiết diện (mm ²)	Cường độ (a)	Tiết diện (mm ²)	Cường độ (a)	Tiết diện (mm ²)	Cường độ (a)
16	105	4	60	φ4mm	35
25	135	6	75	φ5mm	40
35	170	10	110	φ6mm	60
50	215	16	150	35mm ²	80
70	265	25	205	50mm ²	90
95	325	50	335	70mm ²	125
120	375	120	600	120mm ²	185

- Tiết diện đoạn dây (a-b) tính như sau:

$$\Sigma Pl = \frac{qL_2^2}{2} = \frac{0,043 \times 250^2}{2} = 1344 \text{ kW.m}$$

$$S = \frac{100 \times 1344 \times 10^3}{34,5.380^2 \times 5} = 5,4 \text{ mm}^2$$

Chọn dây nhôm A-16 là dây có tiết diện nhỏ nhất.

Chiều dài của các nhánh 4 dây, tính thêm 20% do không mắc theo đường thẳng được:

$$560 \times 4 \times 1,2 = 2700m \text{ dây A - 35}$$

$$250 \times 2 \times 1,2 = 600m \text{ dây A - 16}$$

Sau khi chọn tiết diện dây dẫn theo điều kiện độ sụt điện thế, cần thử lại theo điều kiện cường độ dòng điện theo công thức sau của dòng điện ba pha:

$$I = \frac{P}{1,73 \times U_d \times \cos\varphi}$$