

مجموعـة محاضـرات

المهندس / عــادل خــضرــور

"الاساليب العلمية في ادارة المشروعات"

المهندس / عادل خضر

أسلوب ترتيب وضبط تنفيذ المشروعات PERT وكيفية استخدامه :

تحليل أسلوب ترتيب وضبط المشروعات PERT

١٠ - نشأة الأسلوب ومزاياه :

قبل أن ينشأ أسلوب CPM أو أسلوب PERT كان الأسلوب الأمثل للتخطيط ووضع البرامج هو Gantt chart ومع أن هذا الأسلوب مفيد في كثير من الحالات ، إلا أن هذا الأسلوب لا يظهر العلاقات المختلفة بين الأنشطة المختلفة ومراحل العمل المتتالية .

ولهذا فإنه من غير الممكن الاستنتاج من Gantt Chart أن النشاط X يجب أن ينتهي حتى يبدأ النشاط Y أو أن العلاقة بين النشاط Y والنشاط Z غير أساسية .

ويوجه عام فإن المشروعات الصغيرة يعتبر هذا غير أساس على أساس أن وأضمن البرنامج أو المخططين يستطيعوا تذكر العلاقات المختلفة بين الأنشطة ومراحل العمل بالانتهاء ولكن في المشروعات الكبيرة فإن عملية تذكر العلاقات بين الأنشطة تعتبر مستحيلة حيث أن بعض الأنشطة تبلغ حوالي ٥٠٠٠ نشاط ولهذا فإن Gantt Chart يعتبر محدود للغاية في هذه المشروعات . وذلك لعدم توضيح العلاقة بين المراحل المختلفة ومدى ارتباط كل مرحلة بالمرحلة السابقة . وإذا تأخر تنفيذ أي مرحلة من المراحل فلا يمكن التعبير بهذه الطريقة عن مدى تأثير هذا التأخير على المراحل التي تليها .

فهي تتصرف كخسبيات من هذا القرن بدء الانطلاق والاهتمام بهذه المسألة .

نجد في المملكة المتحدة أن مجموعة بحوث العمليات البريطانية المختصة بقسم توليد الكهرباء والمركزى تقوم بدراسة عملية تجديد محطة توليد كهرباء .

وفي عام ١٩٥٢ توصلت مجموعة بحوث العمليات الى طريقة الاختصار وقت المشروع ، وفس عام ١٩٥٨ تم تنفيذ هذه الطريقة لعملية تجديد محطة توليد الكهرباء . وتم اختصار الوقت إلى ٤٢ % من الوقت السابق لنفس العمل .

وفي عام ١٩٦٠ تم اختصار الوقت إلى ٣٢ % من الوقت السابق لنفس العمل .

وفي نفس الوقت في الولايات المتحدة الأمريكية توصل بكتاب المشروعات الخاصة للبحرية الأمريكية في فبراير ١٩٥٨ الى اسلوب لمعالجة المشروعات الكبيرة والمقدمة وأطلق على هذا اسلوب

(PERT .

Program Evaluation Research Task)

وفي يونيو ١٩٥٨ نشرت أول نشرة عن (PERT) وأصبح الاسم

(Program Evaluation and Review Technique)

وفي أكتوبر ١٩٥٨ تم تطبيق نظام PERT لتطوير برنامج الصواريخ الأمريكية طراز بولارس وتم اختصار عامين كاملين في إنتاج هذا الطراز من الصواريخ . وكانت الأنشطة تبلغ حوالي ٥٠٠٠ نشاط .

(E.I du Pont de Nemours Co.) وفي نفس الوقت في عام ١٩٥٨ كانت شركة CPM تستخدم اسلوب أطلق عليه لتنظيم وضبط المشروعات الضخمة خلال العام الأول لتطبيق هذا اسلوب تم توفير ما يزيد عن مليون دولار للشركة .

وسوف نوضح على سبيل المثال وليس الحصر بعض تطبيقات PERT في المجالات المختلفة :

١ - الانتهاءات :

المساكن - البناء (المطابع وتصميم المنشآت) .

٢ - الاعمال اليدوية :

الطرق - الكهاري - السدود .

٣ - التسيير :

دراسة احتياجات السوق - الانتاج - تنظيم شركات الدعاية .

٤ - بناء السفن :

تصميم وانشاء السفن .

٥ - التصنيع :

تصميم السيارات - الالات - الاسلحه .

٦ - الاتصالات :

(data processing plant).

برامج تنظيم المعلومات .

PERT

ميزاناً أسلوب تحليل الشبكات :

١ - مساعد الاداره على اختلاف المستويات سواء المديرين للتعرف على ما يجب لإنجاز أهداف

المشروعات المختلفة في الأوقات المحددة .

او مدير التنفيذ في الموقع لمعرفة على المراحل المختلفة لمشروعه والمحولات المحتمله .

- ٢ - تقسيم المشروع الى بعض الشبكات الجزئية والمنابع بها بوجه خاص .
- ٣ - تدبير احتياجات المشروع من عماله وآلات ورأس مال ومواد حام .
- ٤ - اعطاء تصور على الاحتمالات المتوقعة .
- ٥ - ايجاد أقل تكلفة ممكنة للمشروع والوقت المأذخر لها .
- ٦ - ايجاد أقل وقت ممكن للمشروع والتكلفة المأذخر له .

استخدامات الاسلوب PERT وخصائصه :

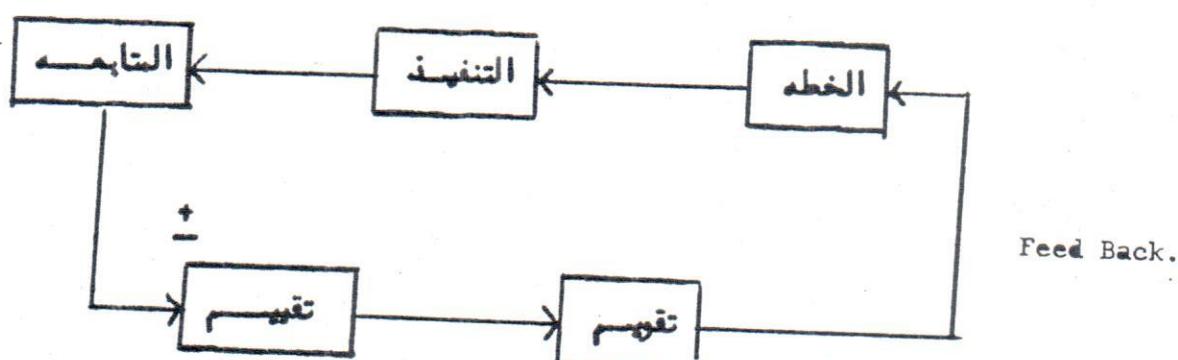
- ١ - يمكن استخدام او تطبيقه على جميع المستويات التخطيطية .

- | | |
|--------------|--|
| (Macro) | ١ - المستوى القومي أو التجميسي (المركزي) |
| (Sectoral) | ٢ - المستوى القطاعي (النوع) |
| (Regional) | ٣ - المستوى الاقليمي (المكاني) |
| (Micro) | ٤ - الوحدة الانتاجية (النهاء) |

الخطه القوميه هي مجموع خطط الأقاليم او مجموع خطط القطاعات المختلفة . لذلك لا بد من وجود خطط متكامله ومتراابطة بين القطاعات المختلفة وعلى جميع المستويات .

Planning cycle

- ب - يمكن استخدامه وتطبيقه في جميع مراحل الدورة التخطيطية



ونجد أن مرحله وضع البرنامج لمشروع ما (الانشطه المكونه له وترتيبها) تتم قبل البدء
في تنفيذ المشروع ويوضع البرنامج الخامسي به PERT (رسم الشبكة واختيارها) وتسدأ
مرحلة التنفيذ وتظهر العقبات خلال التنفيذ وقد تكون عقبات ناشئه عن قصور في كميات الحديد
او الاسمنت . او اعطال ميكانيكيه في المعدات التي تستخدم في أعمال الحفر او الخرسانه
وتقوم المتابعة بنقل التقاير الى واضعي البرنامج (المخطط) ويتم تقييم مراحل التنفيذ وعمل
الخطه البديلة وذلك لإنجاز المشروع في وقته المحدد أو تعديل الوقت اللازم لانهاء المشروع
وقد يتطلب ذلك تعديل المسار الحرج للمشروع ويطلق على هذه العمليه .
Updating

: خاصـنـائـج الشـبـكـات

An Event

الحدث :

الحدث هو نقطة زمنية محددة في بداية أو نهاية نشاط أو مجموعة من الأنشطة . وليس

circle



مجال زمني ويرمز للحدث على الشبكة برمز

An Activity

النشاط :

النشاط هو جزء من المشروع يتم إنجازه في فترة محددة من الزمن ويبدأ النشاط من وقوع حدث بداية هذا النشاط وكذا يعودى إنجازه إلى وقوع حدث آخر (حدث النهاية) . ويرمز

Arrow

للنشاط على الشبكة بشكل سهم →

يجب مراعاة التالي عند رسم الشبكة (باللغة الانجليزية) .

١ - الوقت يسير من الشمال إلى الجنوب

Tail event

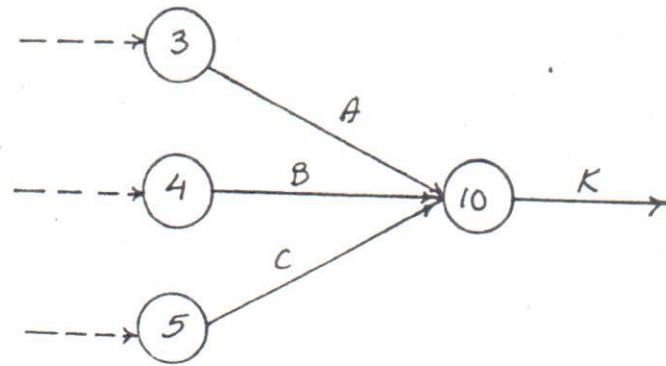
دائماً بها رقم أكبر من

Head Event

- ٢ -

الخواص الأساسية للأحداث والأنشطة :

١ - الحدث لا يمكن أن يتم إلا إذا تمت جميع الأنشطة المودع له .



يعنى اذا كان الحدث 10 هو بداية اعمال البياض لا يحدث الا اذا تمت الانشطه

- | | |
|-----------------------------|--------|
| اعمال البانى | 3 - 10 |
| اعمال الخرسانه المسلحه | 4 - 10 |
| تركيب النجارة أبواب وشبابيك | 5 - 10 |

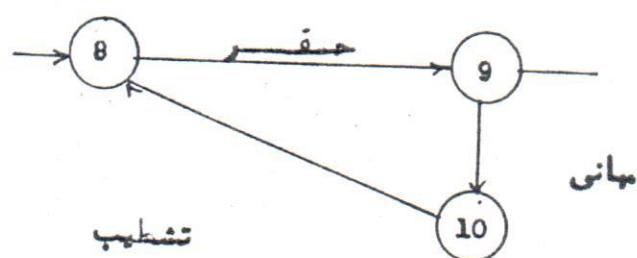
٢ - لا يبدأ نشاط الا اذا تم ظهور حدث البداية الخاص به .



النشاط 11 - 10 وهو اعمال البياض حتى يتم الوصول الى الحدث 10

لقد رسم الشبكة Network يجب مراعاة تجنب الاخطاء التالية :

١ - الدائرة المغلقة Looping (circuit).

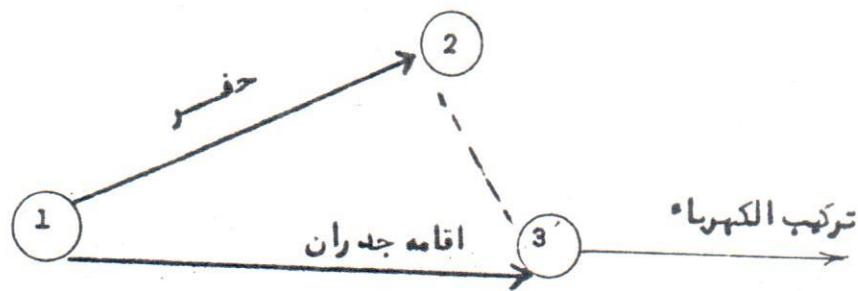


Dummy

النشاط الورهي :

النشاط الورهي هو نشاط ليس له زمان أو احتياجات .
 فمثلا لو أنه هناك مراحلتين عمل مستقلتين ولكنه المراحله الثالثه يعتمد على الانتهاء منه
 فمثلا لو أن لدينا 3 أنشطة .

- ١ - حفر أساسات وصبها .
- ٢ - إقامة جدران مهانى .
- ٣ - تركيب كهرباء .

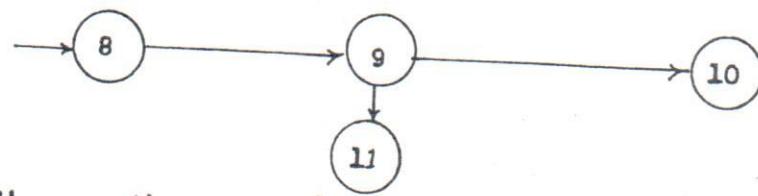


- | | |
|--------|---|
| النشاط | 1 - 2 حفر أساسات |
| النشاط | 1 - 3 إقامة جدران |
| الحدث | 3 هو بداية أعمال تركيبات الكهرباء التي تبدأ بعد الانتهاء |
| النشاط | 2 - 1 ، 3 - 1 وظاهر النشاط 3 - 2 وهو النشاط وهمي لا زمان له . |

هل الشكل يبين وضع غير معقول وغير صحيح . فالحدث ٢٠ ببداية أعمال التشطيب يعتمد على الحدث ٩ ببداية أعمال المباني والحدث ٩ يعتمد على الحدث ٨ ببداية أعمال الحفر والحدث ٨ الحفر يعتمد على الحدث ٢٠ ببداية أعمال التشطيب .

وهذا يظهر أن الشبكة ليس لها معنى . حيث أن لا يقل أى يعتمد الحفر على أنهاء التشطيب .

٢ - نماذج تطبيقية في الشبكة Dangling



النشاط ٩-١١ ليس له معنى حيث أنه لا ينتهي إلى حدث النهاية .
ولهذا فيراعى عند رسم الشبكة الآتى :-

- أن الشبكة لا تتحوى أكثر من حدث ببداية واحدة وحدث نهاية واحدة .
- أن جميع الأحداث ما عدا حدث البداية وحدث النهاية . يجب أن يكون لها على الأقل نشاط واحد يدخل لها ونشاط واحد يخرج منها .
- جميع الأنشطة يجب أن تبدأ وتنتهي بحدث .

السار الحرج : Critical Path

هو أطول سار زمني في الشبكة من حدث البداية في المشروع الى حدث النهاية فيه وذاته يساوى زمن المشروع وأهمية السار الحرج تتلخص في جميع الأنشطة أو الأعمال الواقعه عليه يجب أن تتم في المواعيد المحددة حتى يتم تنفيذ المشروع في الوقت المحدد لأنها تعتبر أنشطة حرجـه

Critical Activities.

وأى تغيير في زمن أى نشاط حرج يؤدي إلى تغيير زمن المشروع لكل

ولهذا فإنه يجب أن نهـا وننهـ كل نشاط من هذه الأنشطة في موعدـها المحدد والا فـان الزمن الكلـلـ للمـشـرـعـ قد يـزـيدـ أوـيـنـصـ . ويـكـنـ أنـ يـوـجـدـ فـيـ هـذـهـ شـبـكـهـ أـكـثـرـ مـنـ سـارـ حـرجـ وـاحـدـ .

ولتعيين المسار الحرج فـأنـ ذـلـكـ يـتـطـلـبـ تـعـرـيفـ توـعـهـ آخـرـينـ مـنـ الـازـنـهـ يـلـزـمـ حـسـابـهـماـ
عـنـ كـلـ حـدـثـ عـلـىـ شـبـكـهـ المـشـرـعـ وـهـماـ

Earliest Start Time

1 - أـكـثـرـ الـوقـاتـ تـيـكـيرـاـ لـلـهـدـ " فيـ تـنـفـيـذـ حدـثـ :

وـهـوـ أـقـصـيـ وقتـ يـكـرـيـمـكـنـاـ فـيـ الـهـدـ فيـ تـنـفـيـذـ هـذـاـ الحـدـثـ مـنـ تـارـيخـ بدـءـ التـنـفـيـذـ
فـيـ المـشـرـعـ . فـإـذـاـ أـفـرـضـنـاـ حدـثـيـنـ iـ وـ jـ وـ كـانـ الحـدـثـ iـ يـسـبـقـ الحـدـثـ jـ
فـأـنـ أـكـثـرـ الـوقـاتـ تـيـكـيرـاـ $T^j_E = T^i_E + D_{ij}$ لـتـنـفـيـذـ الحـدـثـ jـ يـعـطـيـ مـنـ الـمـعـادـلـهـ .

$$T^j_E = T^i_E + D_{ij}$$

أى ان أكثر الاوقات تبكيرا للبدء في تنفيذ الحدث \geq يساوى أكثر الاوقات تبكيرا للبدء
 في تنفيذ \geq (الحدث السابق لـ \geq) + الزمن المتوقع للانتهاء من تنفيذ النشاط
 واذا كان هناك أكثر من حدث سابق للحدث \geq فأن الصيغة السابقة تتطلب بعض التعميم

$$T_E^j = \max (T_L^i + D_{ij})$$

بحيث تصير

٢ - أكتر الاوقات تأخيرا للبدء في تنفيذ حدث ما :

وهو أقصى وقت مسموح به يمكن لحدث ما أن يتأخر عنه دون أن يتأثر الموعود الكل المحدد
 لتنفيذ المشروع فاذا افترضت أن T_L^i يمثل أكثر الاوقات تأخيرا للبدء في تنفيذ الحدث \geq فأن:
 $T_L^i = \min (T_E^j - D_{ij})$

ولحساب أكثر الاوقات تبكيرا للبدء في تنفيذ حدث ما فلتبدأ الحسابات من أول حدث
 في المشروع الى آخر حدث فيه . بينما بحدث العكس عند حساب أكثر الاوقات تأخير للبدء في تنفيذه
 حدث ما . اذ نبدأ من آخر حدث في المشروع الى أن نصل الى أول حدث فيه .

والمسار الحرج يمر بالاحداث التي يتحقق فيها الشرطين الآتيين :

١ - أكثر الاوقات تبكيرا يساوى أكثر الاوقات تأخيرا عن نفس الحدث اى أن
 $T_E^i = T_L^i$

٢ - الفرق بين أكثر الاوقات تبكيرا (او أكثر الاوقات تأخيرا) عند الاحداث التي تتحقق الشرط
 الاول وبين تلك التي تتحقق نفس الشرط عند حدث آخر يساوى زمن النشاط الذي يربط بين
 الحدين فاذا فرضنا أن

$$i_{\text{ عند الحدث}} = \frac{i}{T_E} = \frac{i}{T_L}$$

$$j_{\text{ عند الحدث}} = \frac{j}{T_E} = \frac{j}{T_L}$$

$$j - i = \frac{ij}{D}$$

فإذا كان

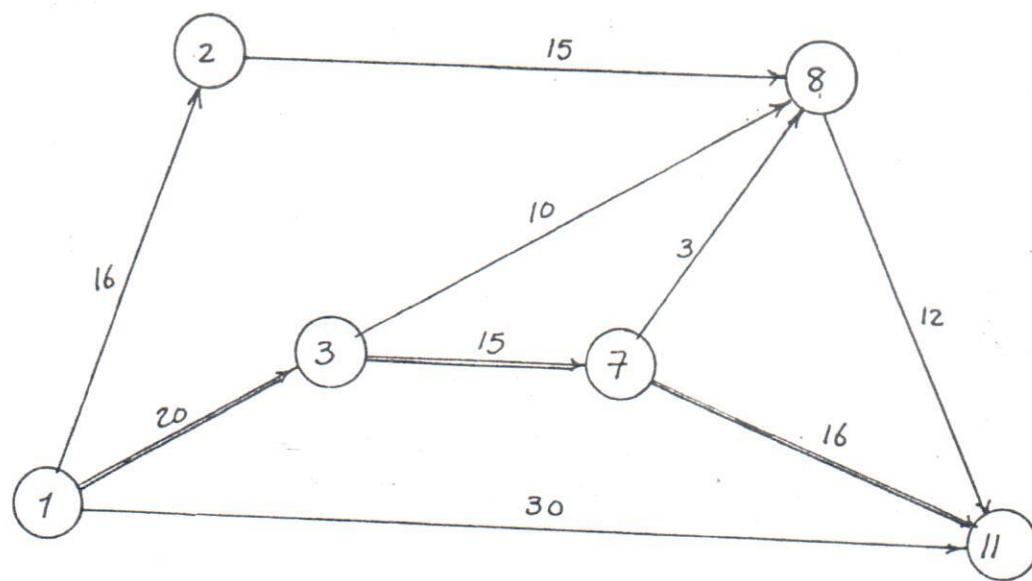
$$j - i = \frac{ij}{D}$$

أو

فإن النشاط الذي يربط بين الحدفين i, j يقع على المسار الحرج ويسى نشاطاً حرجاً.

ونستعرض في المقال التالي طريقة حساب المسار الحرج.

| <u>النشاط</u> | <u>الزمن</u> | <u>البيان</u> |
|---------------|--------------|------------------------|
| 1- 3 | 20 | المباس |
| 1- 2 | 16 | تركيب مواسير الكهرباء |
| 1-11 | 30 | تركيب الاعمال الصحية |
| 2- 8 | 15 | تركيب توصيلات الكهرباء |
| 3- 7 | 15 | البياض الداخلي |
| 3- 8 | 10 | تركيب الشابيك والابواب |
| 7- 8 | 3 | تركيب البلاط والارضيات |
| 7-11 | 16 | البياض الخارجي |
| 8-11 | 12 | الدهانات الداخلية |



فإذا أفترض أن زمن البداية صفر

ونبدأ نحدد الزمن الكلى اللازم للبدء في كل حدث من الأحداث الموجودة في الشبكة

| | |
|----|--------------------|
| 0 | الزمن المبكر للحدث |
| 16 | الزمن المبكر للحدث |
| 20 | الزمن المبكر للحدث |
| 35 | الزمن المبكر للحدث |
| 7 | الزمن المبكر للحدث |

ونجد أن الحدث 8 لا يمكن البدء في تنفيذ قبل الانتهاء من الانفجارة الموقعة عليه

(2-8) , (3-8) , (7-8)

وهي

الزمن أسبوع

$$\text{من بداية المشروع} \quad 31 = (15+16)$$

فالنشاط (2-8) ينتهي بعد فتره زمنية قدرها

$$\text{من بداية المشروع} \quad 30 = (10 + 20)$$

النشاط (3-8) ينتهي بعد فترة زمنية قد رها

$$\text{من بداية المشروع} = 38 = (3+15+20)$$

النشاط (7-8) ينتهي بعد فتره زمنية قد رها

ويذا يكون الزمن المبكر للبدء في الحدث ³⁸ هو بعد ⁸ أسبوعاً من بداية تنفيذ المشروع.

وَالْزَمِنُ الْمِبْكَرُ لِلْيَدِ فِي ظَهُورِ الْحَدِيثِ ١١ هُوَ أَكْبَرُ الْأَزْمَنَةِ التَّالِيَةِ .

$$T_E^{11} = T_E^7 + 16 = 35+16 = 51$$

$$\begin{array}{r} \text{11} \\ \text{T} \\ \text{E} \end{array} \quad = \quad \begin{array}{r} 8 \\ \text{T} \\ \text{E} \end{array} \quad + \quad \begin{array}{r} 12 \\ \text{=} \\ \text{12} \end{array} \quad = \quad 38+12= \quad 50$$

$$T_E^{11} = T_E^1 + + 30 = 0 + 30 = 30$$

• الزمن الباكر للحدث ١١ هو ٥١ أسبوع .

| Event No | Earliest Time |
|----------|---------------|
| 1 | 0 |
| 2 | 16 |
| 3 | 20 |
| 7 | 35 |
| 8 | 38 |
| 11 | 51 |

٥١ : الزمن الكلى للمشروع هو أسبوع .

• ولحساب اكبر الارقات تاخيرا للبدء في تنفيذ الاحداث نبدأ في عملية عكسه .

$$T_L^i = \min_j (T_L^j - D_{ij})$$

| Event No. | Latest Time. |
|-----------|--------------|
| 1 | 0 |
| 2 | 24 |
| 3 | 20 |
| 7 | 35 |
| 8 | 39 |
| 11 | 51 |

شكل جدول من الزمن المبكر والزمن المتأخر لكل الأحداث

| Event No. | Time |
|-----------|----------------------|
| ----- | earliest latest |
| 1 | 0 0 |
| 2 | 16 24 |
| 3 | 20 20 |
| 7 | 35 35 |
| 8 | 38 39 |
| 11 | 51 51 |

ويتحقق الشرطين السابقين للأنشطة الحرجية نجد أن

1 - 3 - 7 - 11

السار الحرج هو

ويوجد في هذا المثال سار حرج واحد .

Float

السماح

الأنشطة غير المحرجة تتميز بدرجة تأخير أو تبكير محددة خد بدائها أو الانتهاء منها بدون التأثير على الزمن الكلى اللازم لتنفيذ المشروع ويعرف الزمن المسرح به بالسماح

والسماح لاي نشاط يقع على السار الحرج بساوى صفر .

وهناك أنواع من السماح منها .

| | | |
|----|-------------------|----------------|
| TF | Total Float | السماح الكلى |
| FF | Free Float | السماح الحر |
| IF | Independent Float | السماح المستقل |

السماح الكلى Total Float:

وهو يساوى أقصى وقت متاح لنها تتفيد أي نشاط مطروحا منه الزمن اللازم لتنفيذ هذا النشاط .

$$TF_{ij} = T_j - T_i - D_{ij}$$

فمثلا النشاط 1 - 2 في المثال السابق

$$TF = T_2 - T_1 - D_{12}$$

$$= 24 - 0 - 16 = 8$$

السماح الحر Free Float

السماح الحر يكون أيضا لاي نشاط غير حرج وهو يساوى كل أو جزء من السماح الكلى ويستخدم السماح الحر في زيادة زمن النشاط وذلك لتقليل التكاليف الخاصة بهذا النشاط وبالتالي تقليل التكاليف الإجمالية للمشروع وهو يسمح للمخطط بحرية الحركة في زيادة وقت النشاط .

السماح الحر \geq السماح الكل

$$FF = \frac{j}{E} - \frac{i}{E} - \frac{ij}{D}$$

$$= 16 - 0 - 16 = 0 \quad 1-2 \quad \text{بالنسبة للنشاط}$$

السماح المستقل Independent Float

وهو الزمن الذي يمكن أن يتأخر النشاط بدون التأثير على الأنشطة الأخرى ويعطى

$$IF = \frac{j}{E} - \frac{i}{L} - \frac{ij}{D} \quad \text{من العلاقة}$$

$$= 16 - 0 - 16 = 0 \quad \text{بالنسبة للنشاط} .$$

فيما سبق تم التعرف على الأنشطة الحوجة والاحتياط التي تفع على السار الحرج والستى
تتطلب غاية خاصة وانها المشروع في الوقت المحدد .

Pert/cost وطبيعة الكلية الصاحبة لهذا الزمن .
توضح تأثير التغير في الزمن الكلى لتنفيذ المشروع على التكاليف

مثلا لو أنتا تفكري إنشاء فندق ضخم أو مصنع فس الووكد أن لو اسرعنا في تنفيذ الفندق
وضغط الوقت اللازم لإنشاءه مع زيادة التكاليف الكلية للمشروع زيادة كبيرة فقد يكون المائدة
الاقتصادي من تشغيل الفندق كمشروع استثماري يحتمل ساديا أن لم يكن أكبر من فوق زيادة
التكاليف الكلية .

كما أنتا لانتقل هنا أن الفندق دخل مجال المنافسة في السوق مبكرا وكذلك الرفع
في عملية إنشاء مصنع فإن دخول المساحة التي ينبع منها المصنع لمجال السوق في وقت قصير سوادى
إلى سدورة المصنع على الورق في مجال المنافسة وقدرتها على نحو المصنع السريع .

وسوف نرى تأثير الزيادة أو النقص في الزمن الكلى لتنفيذ مشروع ما على التكاليف الكلية بالزيادة
أو النقص .

ويفرض أنتا سومنحوم بعملية صبخرسانه (نشاط) لأحد المهاوى والزمن الطبيعي لانها هذا
النشاط هو أيام باستعمال خلاط خرسانة واحد وعدد عمال خمسة والإيجار اليومي للخلاط ٢٠ جنية
الأجر اليومي للعامل ٣ جنية ، التكاليف الكلية المعاشرة لتنفيذ هذا النشاط في زنة الطبيعي .

٣ × ٥٥ × ٢٠ × ٥ =

١٧٥ جنية

لتفرض الآن أنه تم استئجار خلاط آخر وزيادة عدد العمال للضف لانتهاء من هذا النشاط في ٣ أيام .

$$\begin{array}{rcl} \text{التكليف الكلية المباشرة} & = & ٣ \times ١٠ \times ٣ + ٢٠ \times ٢ \times ٣ \\ & = & ٩٠ + ١٢٠ \\ & = & ٢١٠ \quad \text{جنيه} \end{array}$$

وإذا افترضنا مره أخرى أنه يمكن عمل أضافي للعمال باجر مضاعف لمدة يومين وللانتهاء من النشاط خلال ٤ أيام .

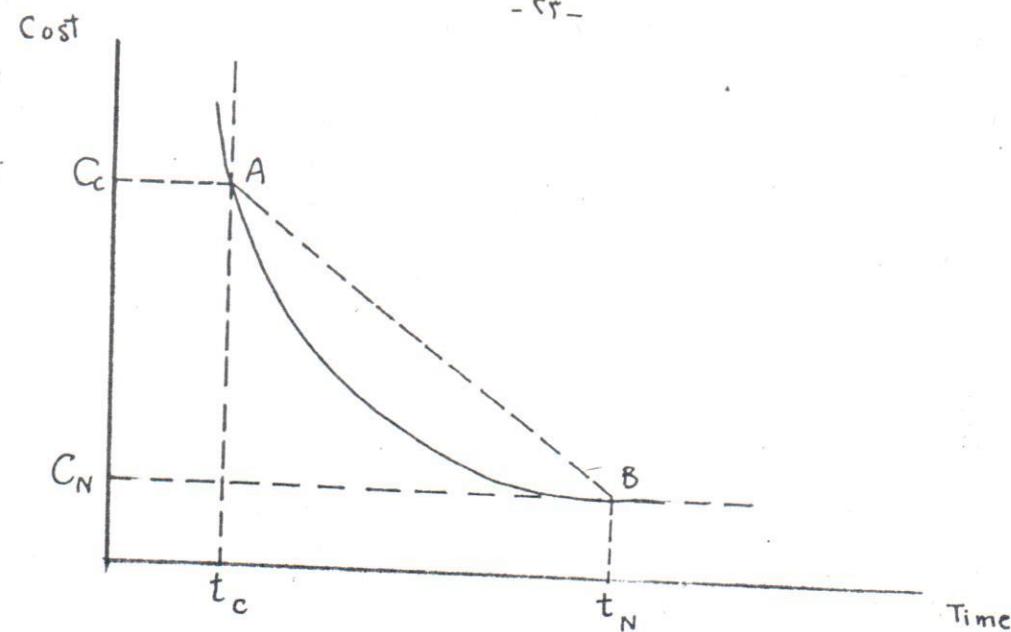
$$\begin{array}{rcl} \text{تكليف عمل عادي} & = & ٣ \times ٥ \times ٤ + ٢٠ \times ٤ \\ & = & ٦٠ + ٨٠ \\ & = & ١٤٠ \quad \text{جنيه} \\ \text{أجر مضاعف لمدة يومين} & = & ٣ \times ٥ \times ٢ \\ & = & ٣٠ \quad \text{جنيه} \\ \text{أيجار أضافي لـ ماكينة للتشغيل الإضافي} & = & ٢٠ \quad \text{جنيه} \\ \hline & & \\ & ١٩٠ & \text{جنيه} \end{array}$$

| ٣ | ٤ | ٥ | الزمن يوم |
|-----|-----|-----|--------------|
| ٢١٠ | ١٩٠ | ١٢٥ | التكليف جنيه |

وما سبق يتضح أن التكليف الكلية المباشرة لتنفيذ نشاط ما تزيد أو تقل تبعاً لزمن تنفيذه هذا النشاط بالزيادة أو النقصان .

Direct Cost.

ويمكن تمثيل هذه العلاقة بالشكل التالي الذي يوضح التكلفة المباشرة (تكلفة العمال - استئجار الآلات) .



Normal Time

= الزمن الطبيعي

Normal cost

= التكلفة الطبيعية

Crash time

= الزمن المسرع

Crash Cost

= التكلفة المسرعة

ونلاحظ من الشكل البيانى أنه لو زاد الزمن الطبيعي t_N فإن التكلفة المتاظرة لـ t_N تقل عن التكلفة الطبيعية بشكل ملحوظ وسوف تصبح ثابتة لا تتغير مهما زاد الزمن.

كذلك نلاحظ أنه إذا قل الزمن عن الزمن المسرع t_c فإن التكلفة المعاشرة سوف تصبح مالا نهاية.

ويمكن من الشكل البيانى أن أي زمن يقع بين هذين الزمنين يمكن احباره نقطة على الخط المستقيم الذى يصل بين هاتين النقطتين.

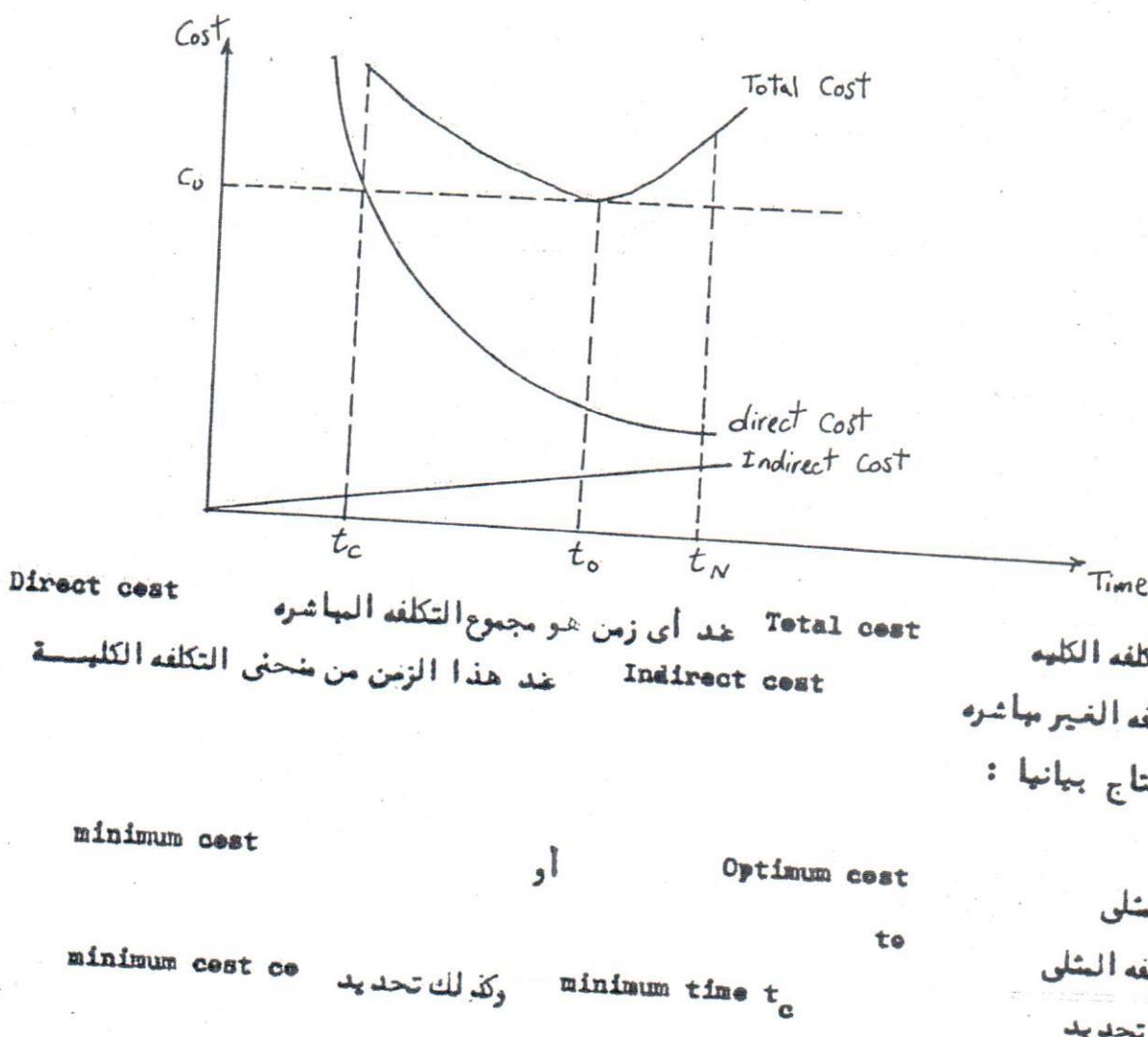
Cost slope

ويميل هذا الخط بمعنى يميل التكلفة

$$\therefore \text{ميم التكلفة} = \frac{\text{التكلفة المسرعة} - \text{التكلفة الطبيعية}}{\text{الزمن المسرع} - \text{الزمن الطبيعي}}$$

والقيمة المثلثة لهذا الميل يمثل الزيادة في التكلفة المباشرة لنشاط ما عند انفاس زمن تنفيذه
هذا النشاط وحده زمن واحد . كما سنوضح فيما بعد .

ويميل التكلفة يستخدم لاختصار الزمن الكلى لتنفيذ المشروع مع زيادة التكاليف أقل ما يمكن



عند أي زمان هو مجموع التكلفة المباشرة
عند هذا الزمان من محنى التكلفة الكلية

والتكلفه الكلمه
زائد التكلفه الغير مباشره
يمكن استنتاج بيانها :

minimum cost

أو

Optimum cost

minimum cost c_0

وذلك تحديد

minimum time t_c

التكلفه الشلى

زمن التكلفه الشلى

أى يمكن تحديد

Crash Cost

التكلفة المتسرة

فالنشاط المادي ينفذ *Normal cost*

التكلفة المناظرة لكل نشاط هي التكلفة العادلة
بواسطة عدد أفراد عاديين تحت ظروف عاديه وليس متسرة وفي بعض الاحيان يتطلب المشروع
الانتهاء منه في وقت قصير تحت ظروف متسرة والطريقة التقليدية كانت تعتمد فيها سبق على تنفيذ
المشروع عن طريق زيادة الوقت الاضافي للمعاملين *Crash Overtime basis* وتعتبر هذه
التكلفة غالباً جداً للصيبيين التاليين :

١ - تحدث متأخرة في التوفيق بالنسبة للمشروع وذلك عند ما تكون القوة العاملة أكبر مما يمكن
manpower is peak

٢ - أغلب الأنشطة التي يتم فيها التسرع *Crash* تكون أنشطة لها سماح *float jobs*
والانتهاء منها يكرا لا يمتد على الوقت النهائي للمشروع ويعرف التسرع بأنه أقل وقت ينفذ
فيه النشاط باستخدام عدد أفراد أكبر أو معدات أكثر أو الوقت الاضافي أو ورديتين أو ثلاثة حسب
حاجة المشروع . أو باستخدام الوسائل السابقة جميعها .

وتوجد بعض الأنشطة مثل ترك الخرسانه للجفاف وهي فترة قد تصل الى ١٥ يوم ويتم هذا
باستخدام وسائل معالجة حدبيه مثل استخدام أسينت خاص وأيضاً باستخدام كمية شدات معدنيه
أو خشبية أكبر .

Crash

والمثال التالي هو مشروع انشاء محطة طلبيات وتعتمد الأنشطة على التسرع

| Activity | البيان | اسلوب التكلفة الاضافية | Normal | Crash |
|----------|-------------------------|--------------------------|--------|-------|
| | | | Cost | Cost. |
| 0 - 1 | تسوية الموقع | وقت اضافي | 2000 | 2500 |
| 1 - 2 | اعمال الساحة | طاقم ثانى ، وقت اضافي | 400 | 500 |
| 2 - 3 | لتسمية كاملة للموقع | طاقم ثانى ، وقت اضافي | 1500 | 1800 |
| 3 - 4 | حفر بئر للمياه | ورديتين | 5000 | 7100 |
| 3 - 6 | قواعد خزان المياه | وقت اضافي | 800 | 1000 |
| 3 - 9 | حفر خطوط الصرف والمجارى | معدات اضافيه ، وقت اضافي | 6000 | 8000 |
| 3 - 10 | حفر غرف التفتيش | | 300 | 300 |
| 3 - 12 | اعده الكهرباء | معدات اضافيه ، وقت اضافي | 2400 | 3000 |
| 4 - 5 | تركيب طلمبة البشر | وقت اضافي ، عمال اضافي | 900 | 1300 |
| 5 - 8 | مواسير المياه تحت الارض | وقت اضافي ، عمال اضافي | 2500 | 3000 |
| 6 - 7 | خزان المياه | وقت اضافي | 7500 | 85PP |
| 7 - 8 | مواسير خزان المياه | وقت اضافي ، عمال اضافي | 1500 | 1800 |
| 8 - 13 | توزيع المواسير | وقت اضافي | 300 | 400 |
| 9 - 11 | خطوط المغارى | وقت اضافي ، عمال اضافي | 1000 | 1200 |
| 10-11 | غرف تفتيش الكهرباء | وقت اضافي ، عمال اضافي | 1500 | 1800 |
| 11-12 | خطوط الكهرباء | وقت اضافي | 8000 | 8500 |
| 12-13 | توزيع التيار | ثلاث دوريات | 4000 | 8000 |
| | | | 45600 | 58700 |

| Activity | البيان | Duration | | cost | | Cost slope |
|----------|-------------------------|----------|-------|--------|-------|------------|
| | | Normal | Crash | Normal | Crash | |
| 0 - 1 | تسوية الموقع | 3 | 2 | 2000 | 2500 | 500 |
| 1 - 2 | اعمال المساحه | 2 | 1 | 400 | 500 | 100 |
| 2 - 3 | تسوية كاملة | 2 | 1 | 1500 | 1800 | 300 |
| 3 - 4 | حفر بئر للمياه | 15 | 8 | 5000 | 7100 | 300 |
| 3 - 6 | قواعد خزان المياه | 4 | 3 | 800 | 1000 | 200 |
| 3 - 9 | حفر خطوط الصرف والمجارى | 10 | 6 | 6000 | 8000 | 500 |
| 3 - 10 | حفر غرف التفتيش | 1 | 1 | 300 | - | - |
| 3 - 12 | اعدة الكهرباء | 6 | 4 | 2400 | 3000 | 300 |
| 4 - 5 | تركيب طلمبة البئر | 2 | 1 | 400 | 900 | 500 |
| 5 - 8 | مواسير المياه تحت الارض | 8 | 6 | 2500 | 3000 | 250 |
| 6 - 7 | خزان المياه | 10 | 8 | 7500 | 8500 | 500 |
| 7 - 8 | مواسير خزان المياه | 10 | 8 | 1500 | 1800 | 150 |
| 8 - 13 | توصيل العواصير | 2 | 1 | 300 | 400 | 100 |
| 9 - 11 | خطوط المجارى | 5 | 3 | 1000 | 1200 | 100 |
| 10-11 | غرف تفتيش الكهرباء | 5 | 4 | 1500 | 1800 | 300 |
| 11-12 | خطوط الكهرباء | 3 | 2 | 8000 | 8500 | 500 |
| 12-13 | توصيل التيار | 5 | 2 | 4000 | 8000 | 1303 |

Equipment and man power planning

تحديد العمالة والمعدات

فيما سبق تم تحديد الوقت والتكلفة الازمة للمشروع .
ومن افتراض أن العمالة والمعدات يتم الحصول عليها عندما يتم الاحتياج اليها .
وحيث هذا غير ميسري أغلب الاحوال ولهذا فإن المخطط أو المهندس عليه تحديد
احتياجاته من العمال والالات والاحتياط بهم في مستوى ثابت تقريبا .
ولهذا فلتتحديد الحجم الامثل للعمالة فإنه يتم تحديد الانشطة التي لها سماح لاستخدام
السماح في توزيع العمالة .

وما افترض المثال السابق والذى به :

| Activity | | Men | Start | | Total |
|----------|-------------------------|-----|-------|-----|-------|
| | | | EAR | LAT | FLAAT |
| 0-1 | تسوية الموقع | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 1-2 | أعمال المساحة | 5 | 3 | 3 | 0 |
| 2-3 | تسوية مكان للموقع | 4 | 5 | 5 | 0 |
| 3-4 | حفر بئر للمياه | 3 | 7 | 7 | 0 |
| 3-6 | قواعد خزان المياه | 4 | 7 | 8 | 1 |
| 3-9 | حفر خطوط الصرف والمجاري | 6 | 7 | 11 | 4 |
| 8-10 | حفر غرف التفتيش | 2 | 7 | 20 | 13 |
| 3-12 | أعمدة الكهرباء | 6 | 7 | 23 | 16 |
| 4-5 | تركيب طلمبة البئر | 2 | 22 | 22 | 0 |
| 5-8 | مواسير المياه تحت الأرض | 8 | 24 | 24 | 0 |
| 6-7 | خزان المياه | 10 | 11 | 12 | 1 |
| 7-8 | مواسير خزان المياه | 6 | 21 | 22 | 1 |
| 8-13 | توصيل المواسير | 4 | 32 | 32 | 0 |
| 9-11 | خطوط المجاري | 8 | 17 | 21 | 4 |
| 10-11 | غرف تفتيش الكهرباء | 6 | 8 | 21 | 13 |
| 11-12 | خطوط الكهرباء | 10 | 22 | 26 | 4 |
| 12-13 | توصيل التيار | 5 | 25 | 29 | 4 |

Arrow diagram ففي المثال السابق لتحديد العمالة الالزمه للمشروع نرسم شبكة الاسهم
بمقاييس رسم مناسب ونرسم العمالة مع الوقت .
(١٣-٨-٥-٤-٣-٢-٠) والخطوة الاولى هي رسم المسار الحرج
وتحت هذه الخطوة الاولى Critical manpower ونرسم مستوى العمالة الحرج
حيث ان كمية العمالة على المسار الحرج ثابتة .
early start time ثم نرسم الانشطة التي لها سطح float ونبعد بالزمن الاكثر تبكيرا
لبداية النشاط .
ونجد من الرسم البياني بشكل رقم (١) ان اقصى عدد عمال Peak هو ٣١ عامل
ونجد ان هذا يحدث عند اليوم الحادى عشر .
Latest start time ونعود ونرسم الانشطة مرة اخرى ونبعد بالزمن اكتر تأخيرها لبداية النشاط
ونجد ان اقصى عدد عمال هو ٣٤ عامل شكل رقم (٢) ونجد ان اقصى عدد عمال هو
ويحدث هذا عند اليوم الرابع والعشرون .
وأفترض ان المشروع ينفذ في أماكن نائية مثل سيوه أو الوادى الجديد ولتعذر الحصول على
العمالة فيتم تنفيذ المشروع بأقل عدد ممكن من العمال مع زيادة مدة التنفيذ .
وفي المثال السابق نجد ان أحد الحلول هو الشكل (٥)
وهو يوضح ان الزمن الازم لتنفيذ المشروع ٤٠ يوم وبعدد عمال ٢٠ عامل .
وهنا تظهر بعض الملاحظات الواجب مراعاتها وهي :
ان المسار الحرج قد تغير .
المسار الحرج القديم قد تعرى لعقبات وذلك لتغيير عدد العمال الالازمين لتنفيذ كل نشاط على حد .

وإذا تم التنفيذ على نفس المسار الحر الباقي فإن المشروع لن يتم تنفيذه في الوقت المحدد وهو ٣٤ يوم .

Activity Splitting ولتنفيذ المشروع مع القيود الخاصة بعدد العمال فتقوم بعمل إزاحة الأنشطة ففي المثال السابق نجد أن النشاط 3-12 والشكل (3) يوضح العمالة في الزمن الأكثر تأخيرًا والمساحة A متماثلة في كلا الرسمين البيانيين والمساحة B، C توجد تحت المنحني early والمساحة D، E توجد تحت المنحني الاكثر تأخيرًا والمساحة تحت المنحني manpower تمثل العمالة وبما أن العمالة اللازمة تحت كل من المنحنيين يجب أن تكون متساوية :

$$\therefore A + B + C = A + D + E$$

$$\text{then } B + C = D + E$$

$$B + C = 108 \text{ man-days} = D + E$$

وفي هذا المثال

ولتقدير أقصى عدد عمال للعملية في هذا المثال فنجد في الشكل (4) أن أقل عدد عمال يجب أن يزيد عن ٢٠ عامل .

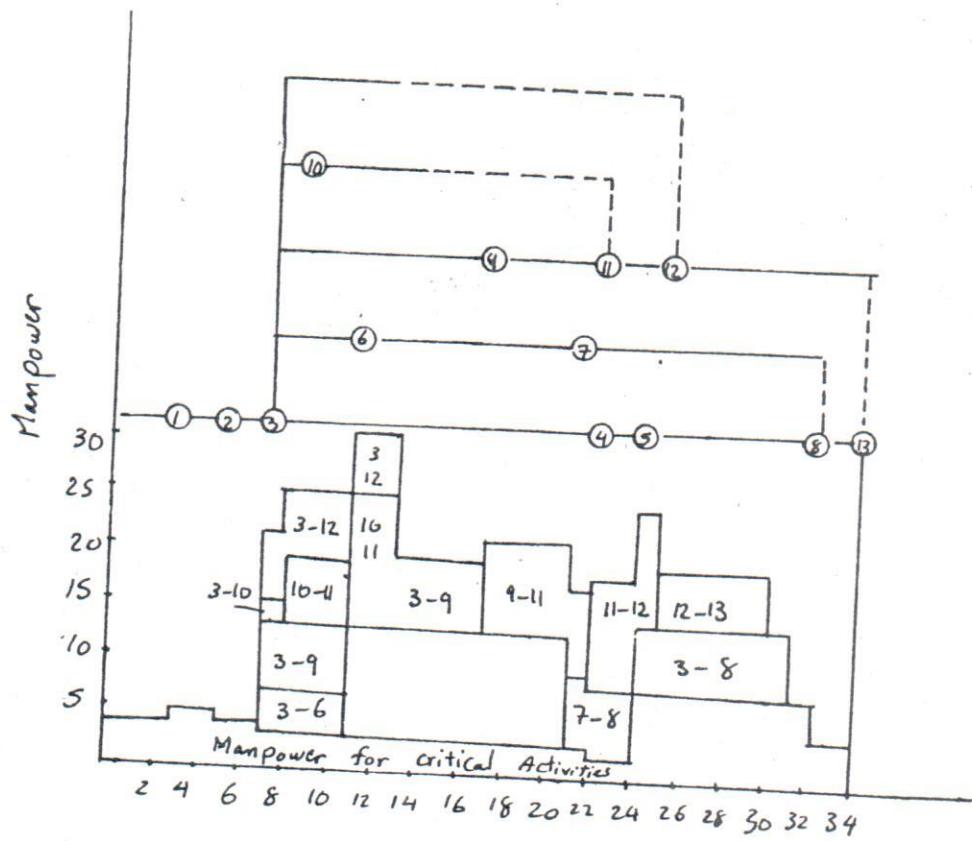
وبإزاحة النشاط 3-12 يبدأ في اليوم الثالث عشر بدلاً من اليوم السابع نجد أن أقصى عمال في هذه الحالة تكون ٢٥ عامل

وهذا يوضح من الشكل (4) ويسمى هذا

Leveled manpower على النشاطين Activity Splitting والنشاط 3-9 قد تم تطبيق عملية

مما سبق نستطيع أن الموارد المتاحة للمشروع (عماله ، معداته ، أو تمويل) يمكن أن تحدد
على الشبكة الخاصة بالمشروع .

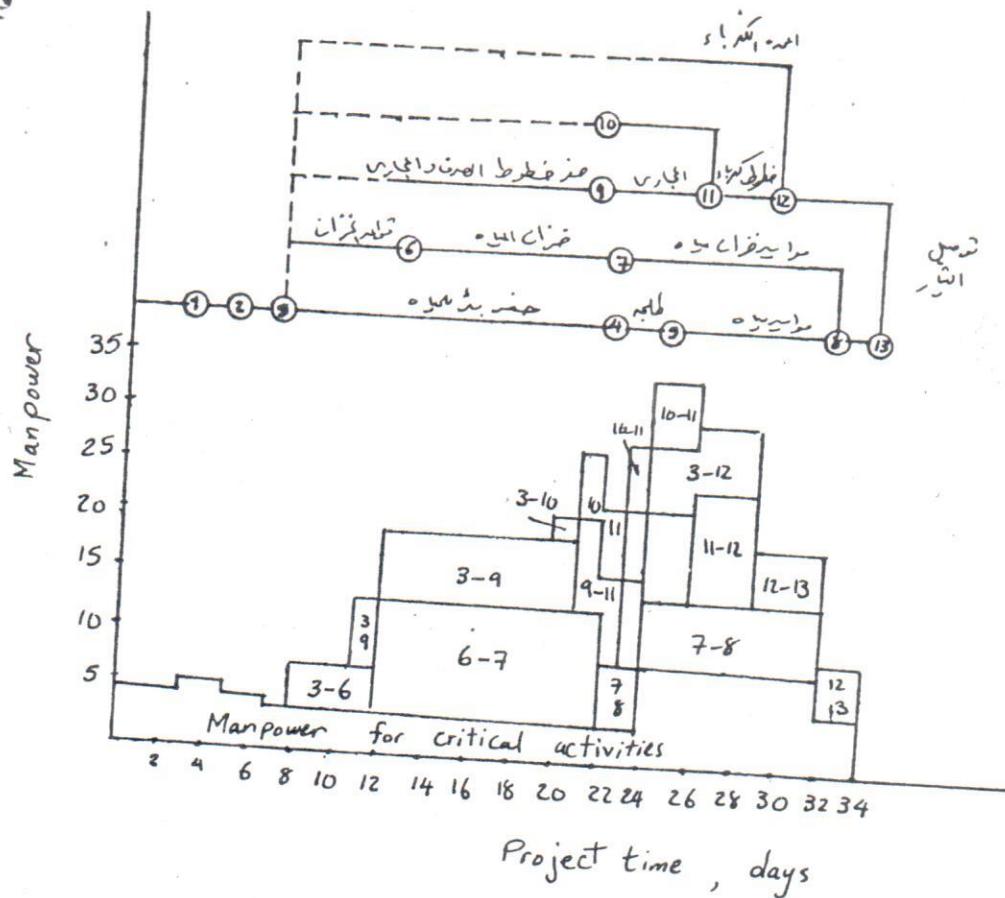
ونستنتج عدد العمال اللازمين لتنفيذ المشروع وبالتالي تحديد التكاليف الخاصة بالعمل
والمعدات .



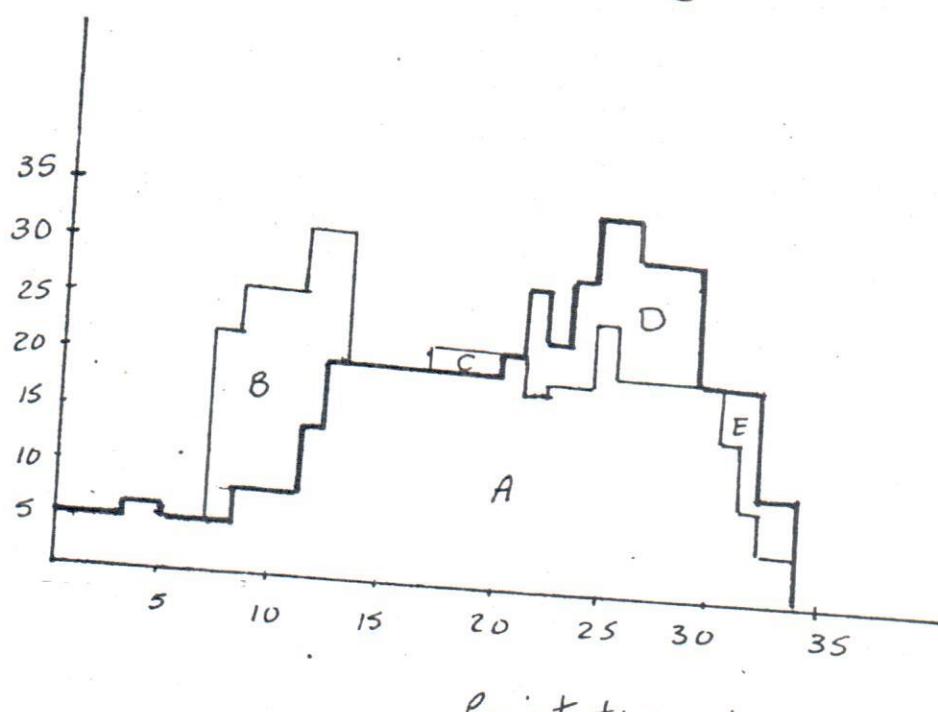
Project time, days

(J) \rightarrow δ^2

Early start time

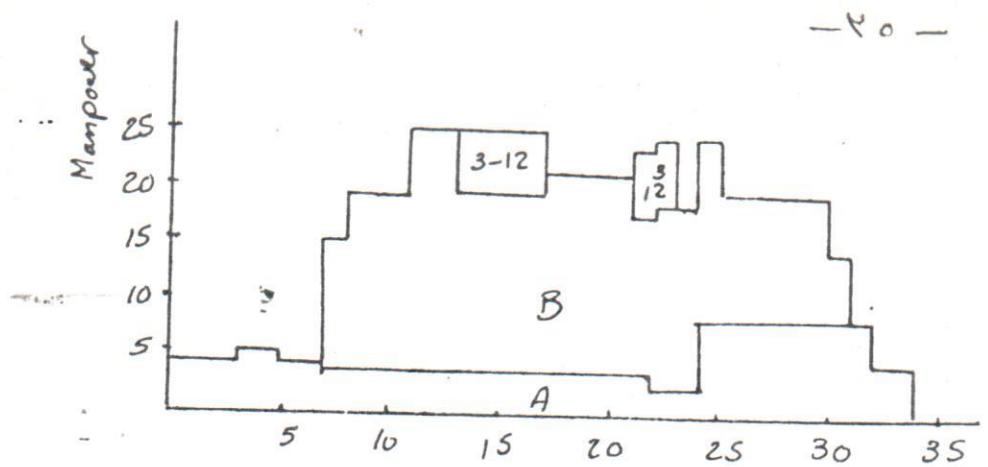


Latest start time

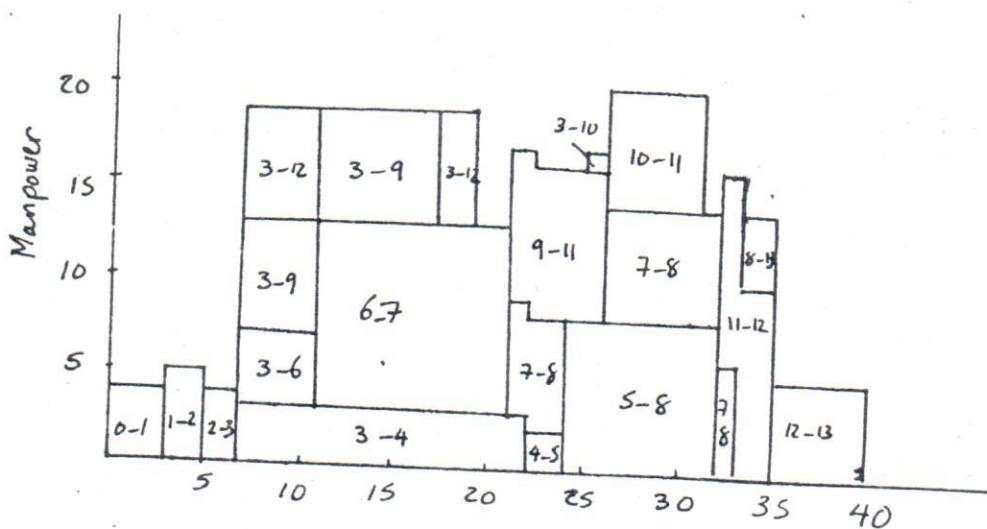
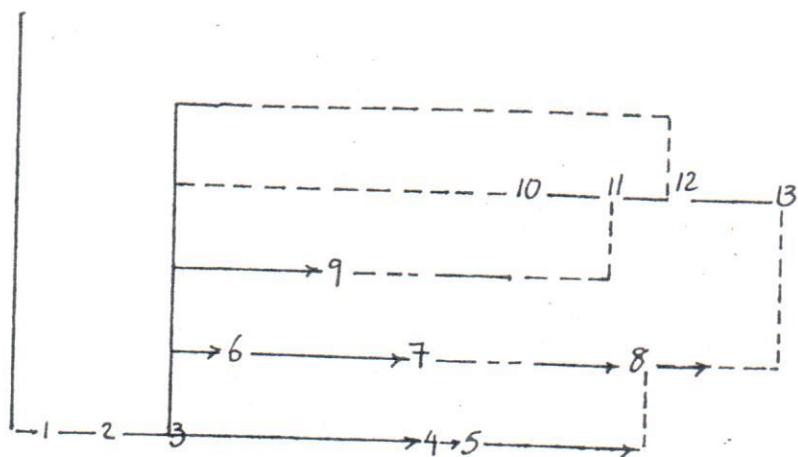


Project time, days

(3) پروجئ

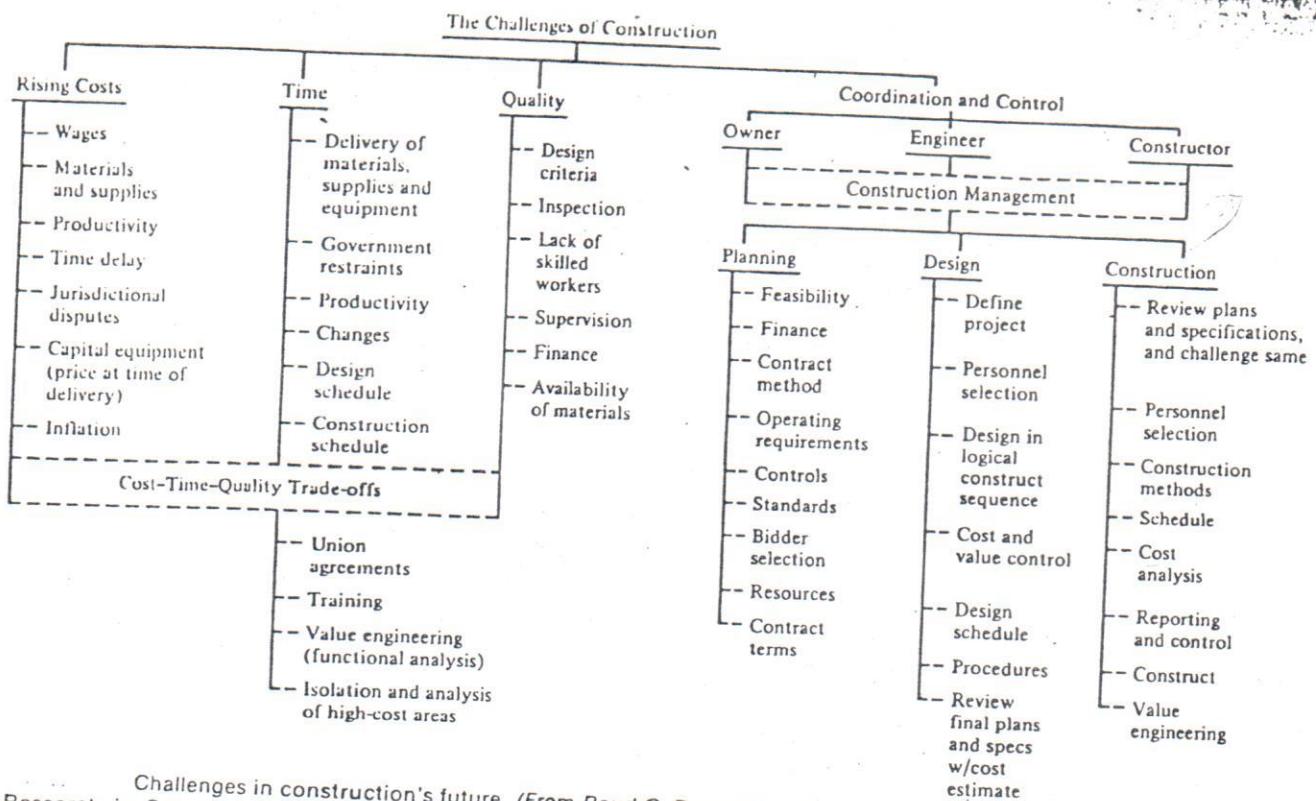


Project time, days
(4) μ , σ^2

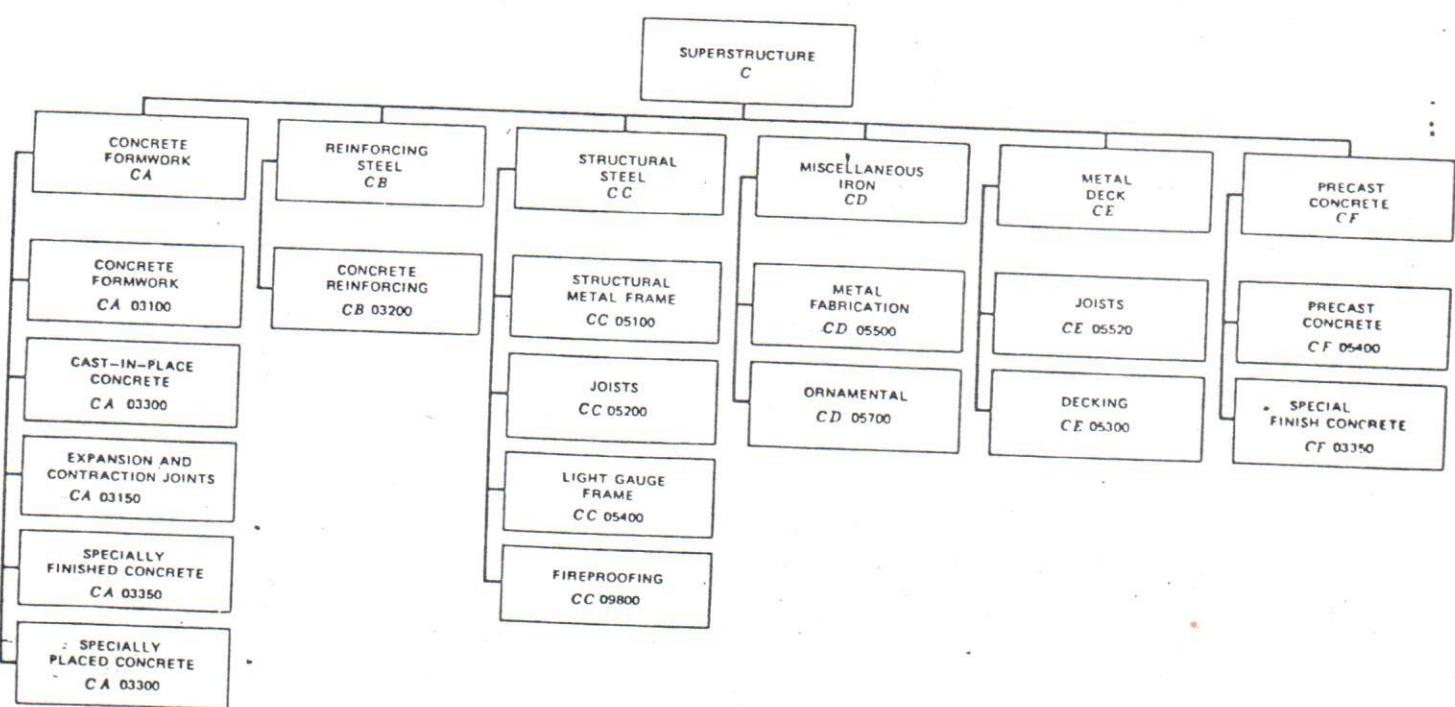
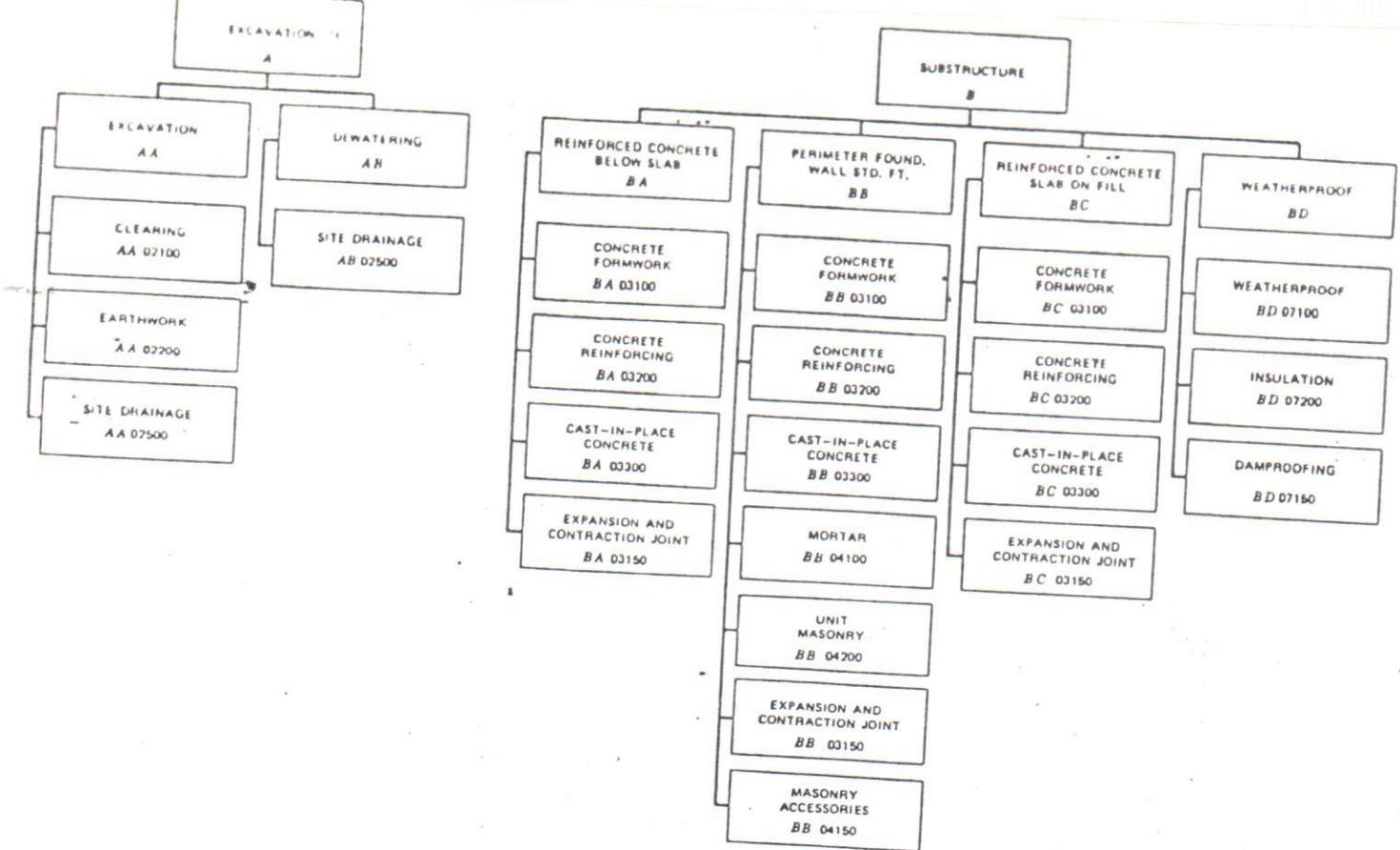


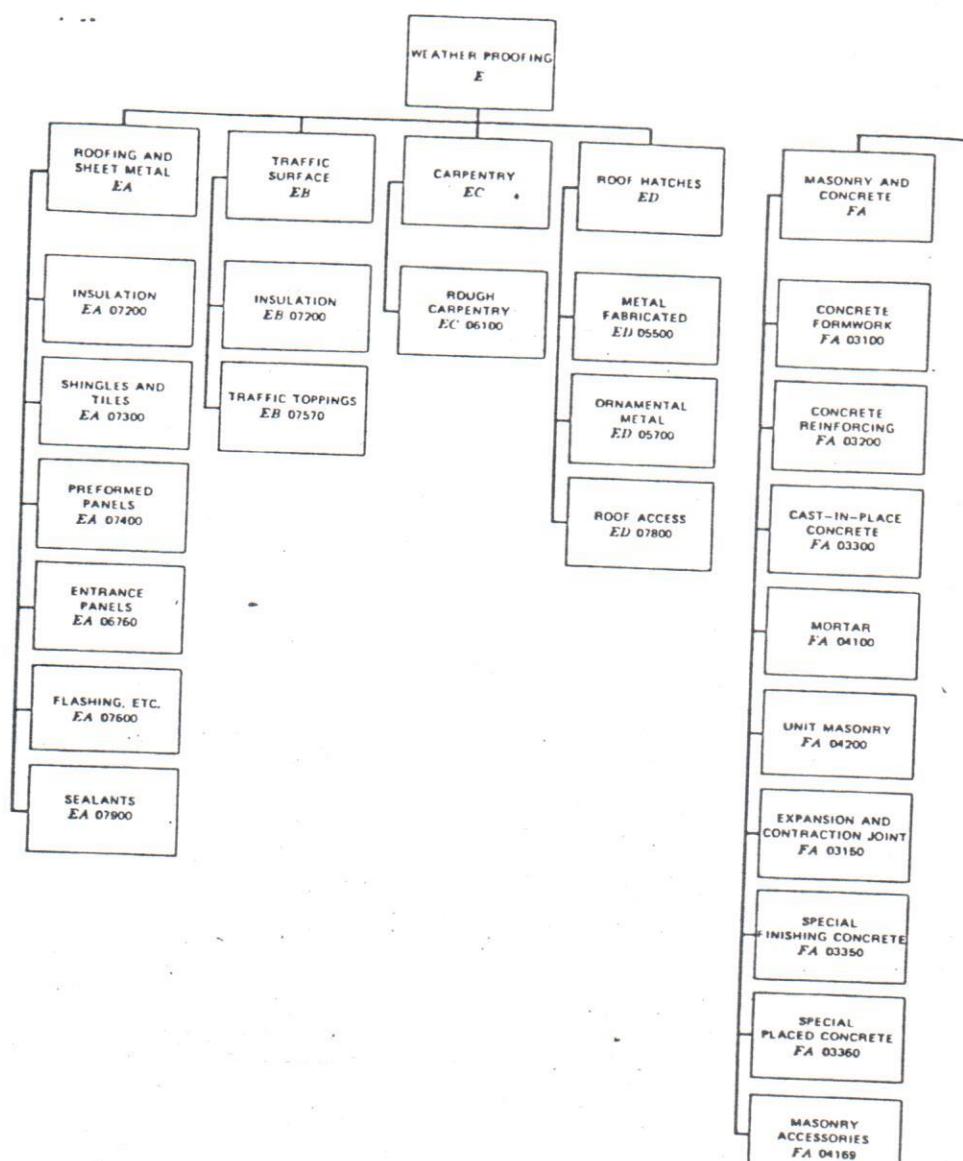
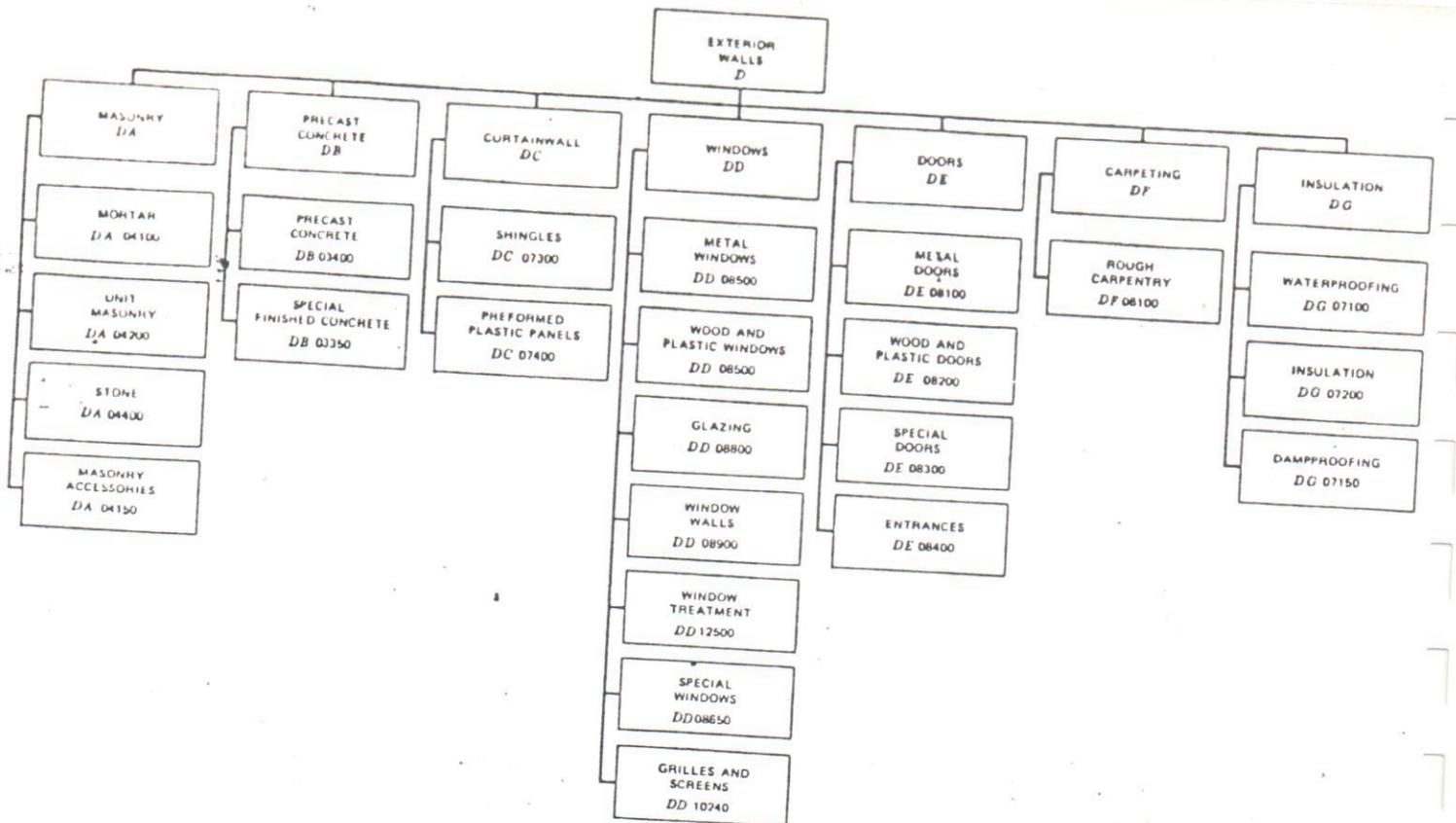
Project time, days

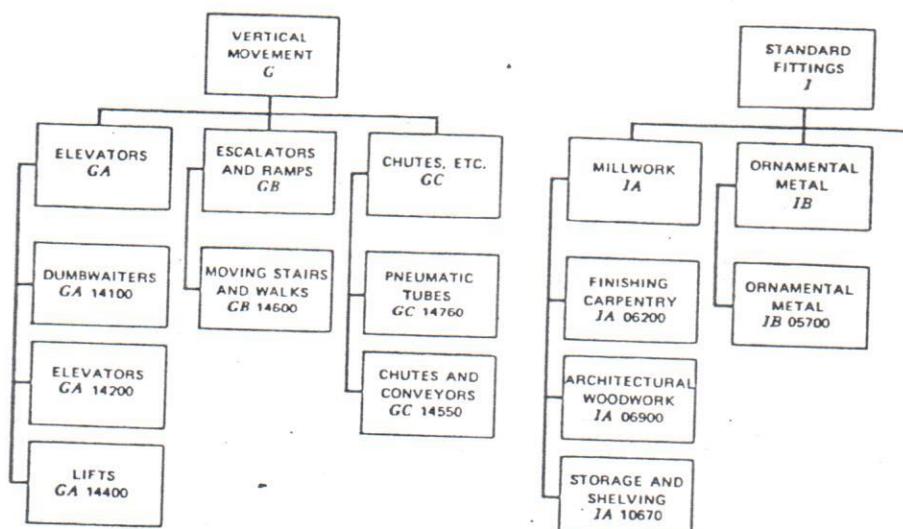
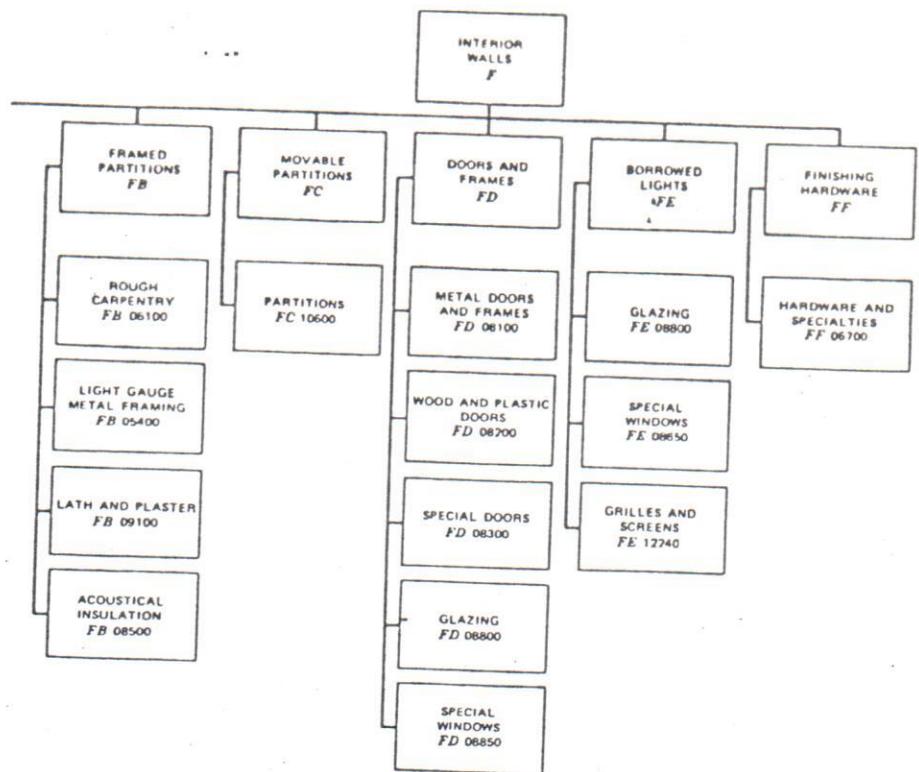
(5) μ , σ^2

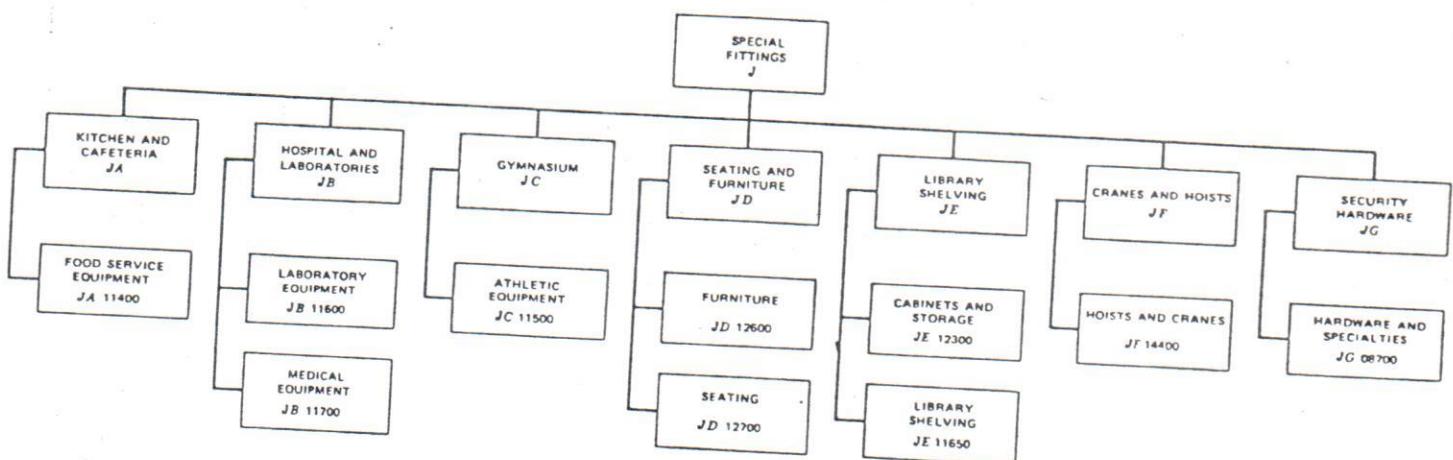
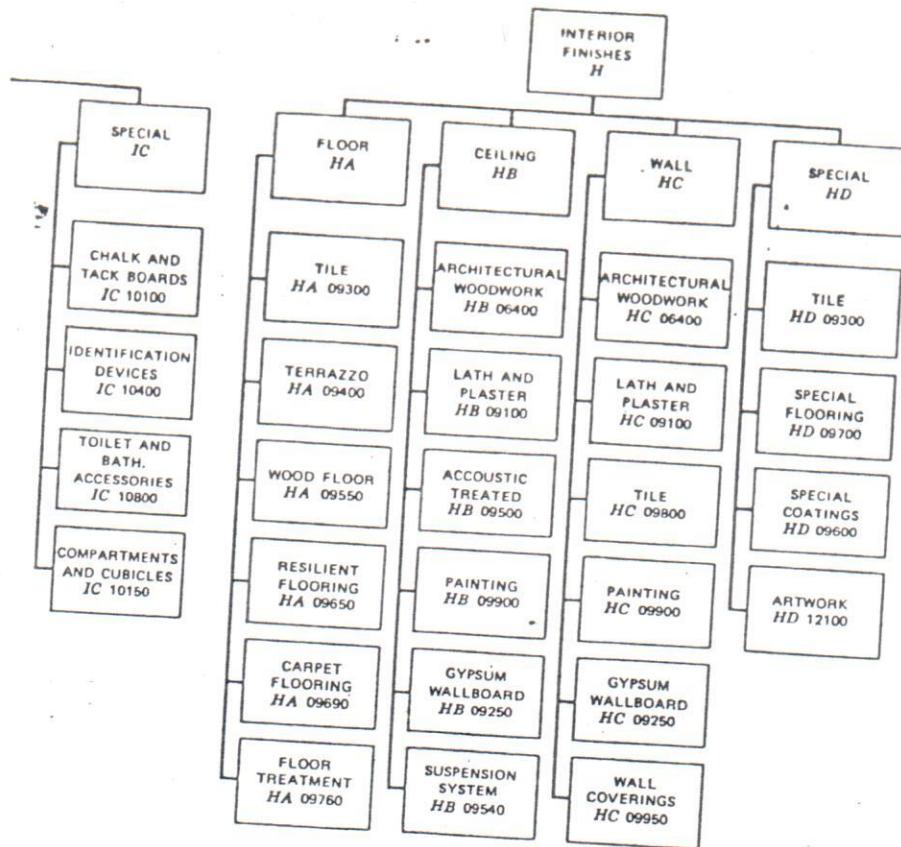


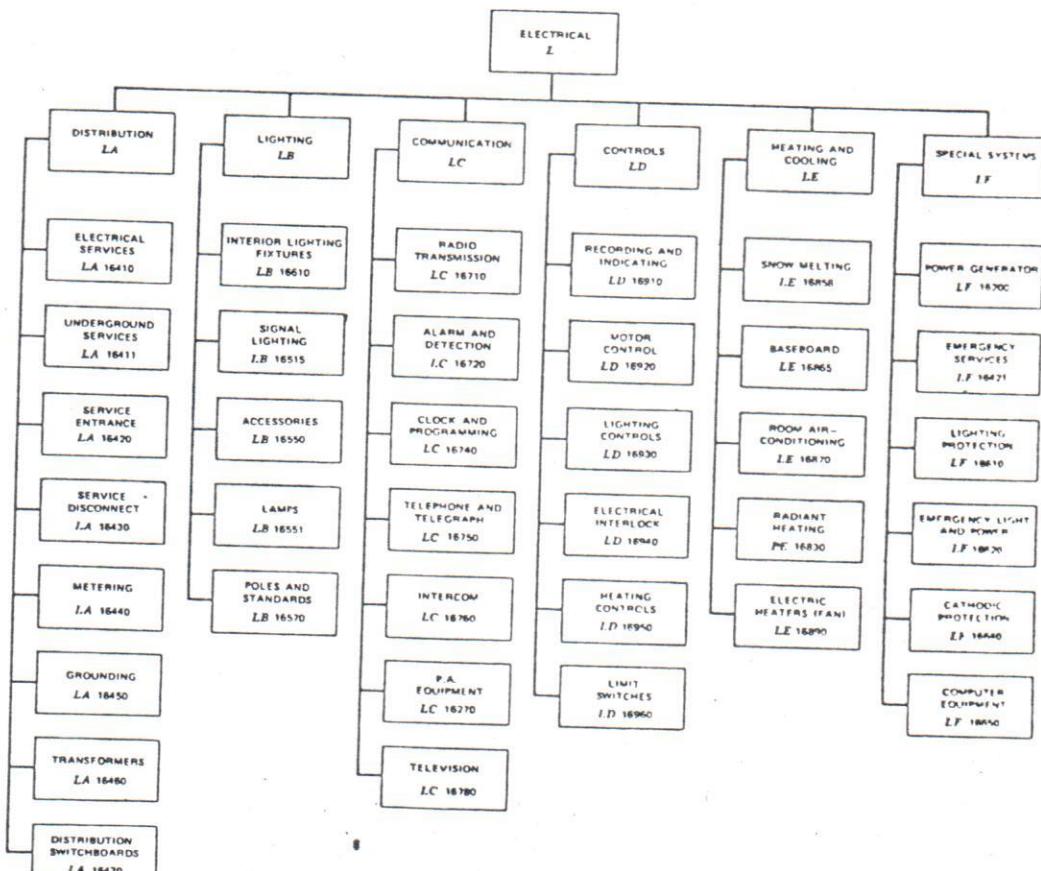
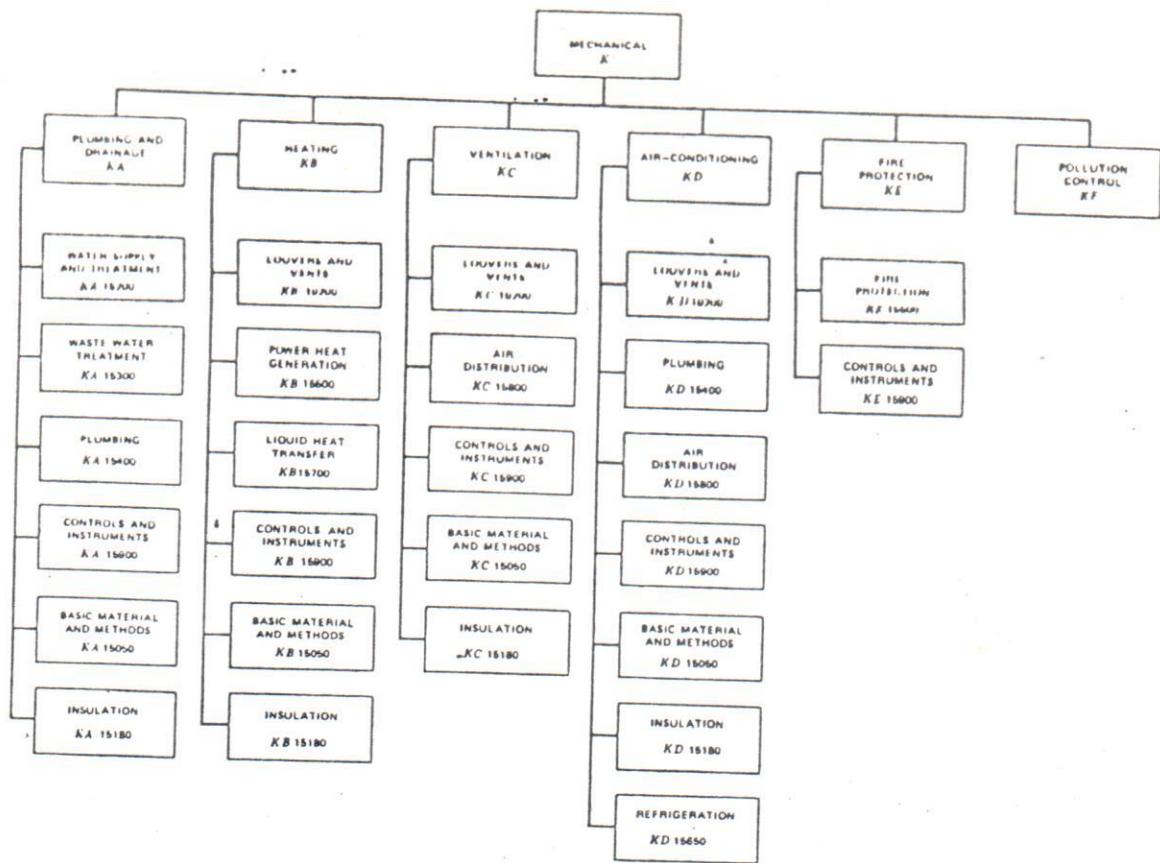
Challenges in construction's future. (From Boyd C. Paulson, Jr., Goals for Basic Research in Construction, Technical Report No. 202, Stanford University, Dept. of Civil Engineering, The Construction Institute, Stanford, Calif., July 1975.)

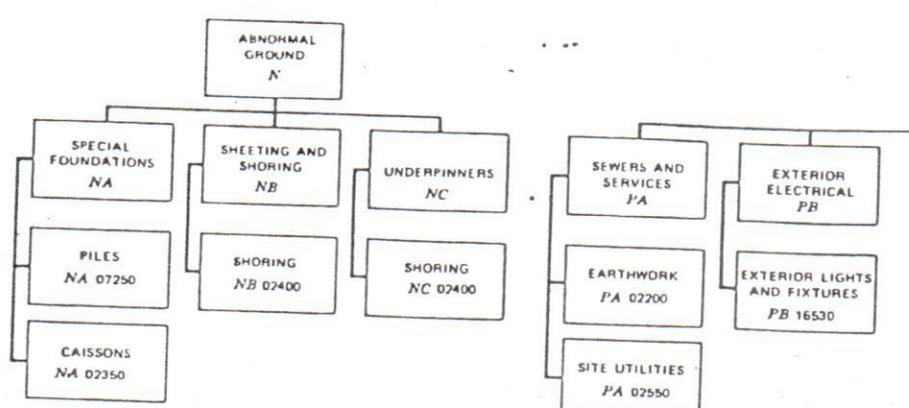
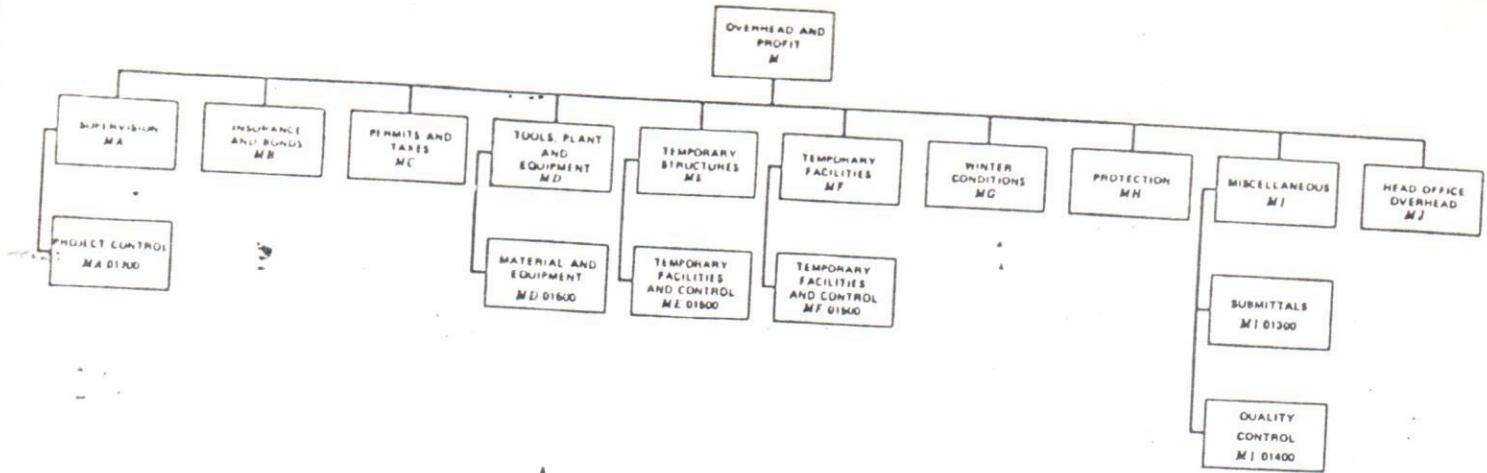


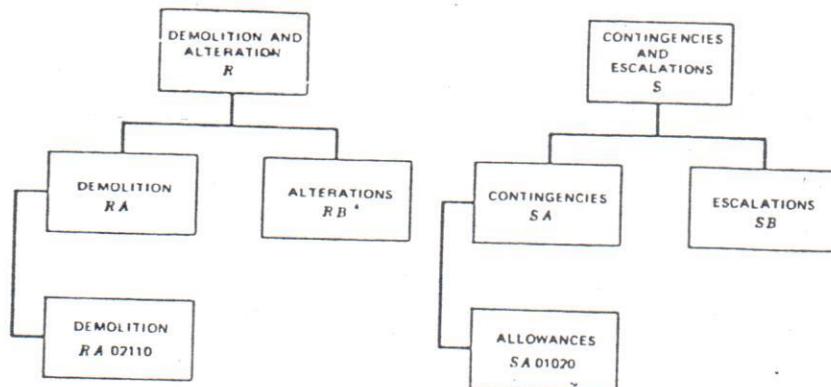
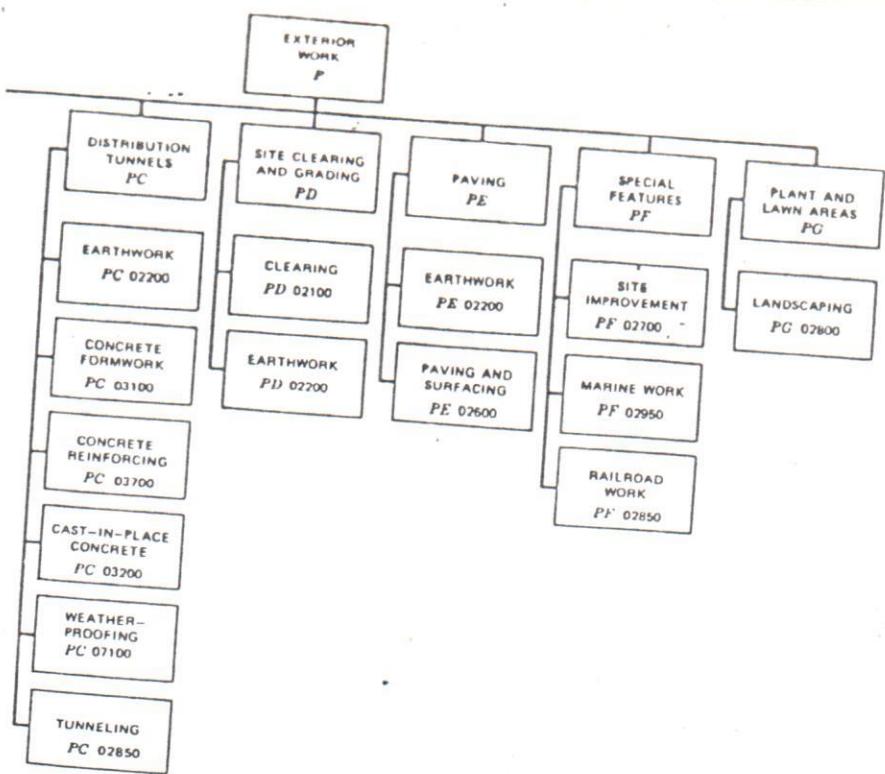




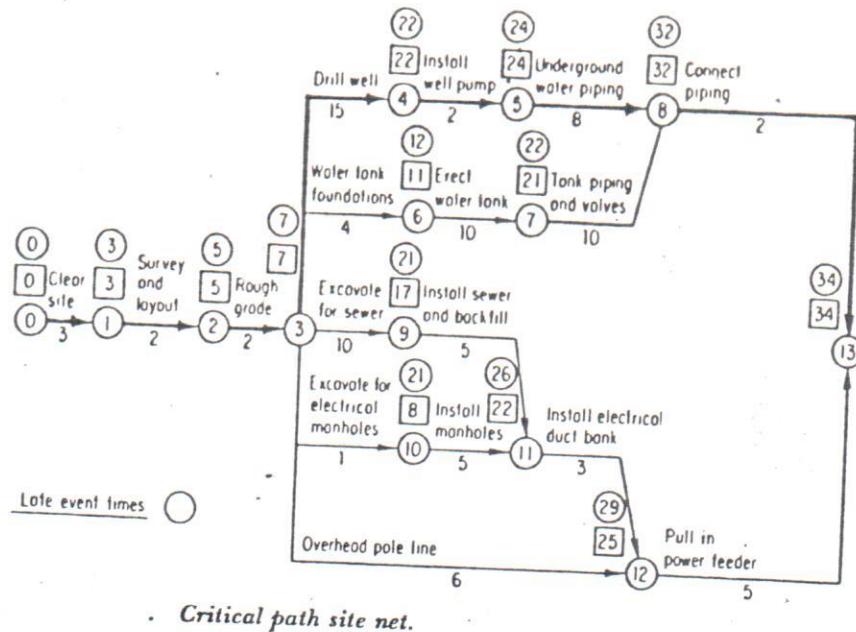






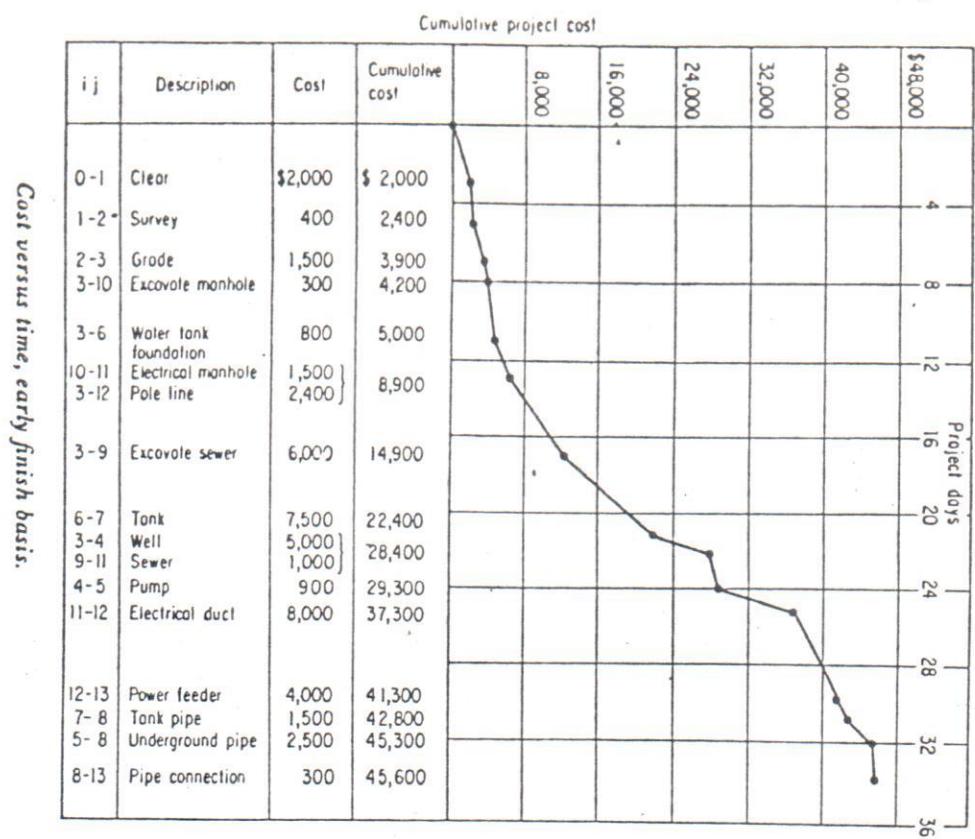


Project Control by the Construction Manager

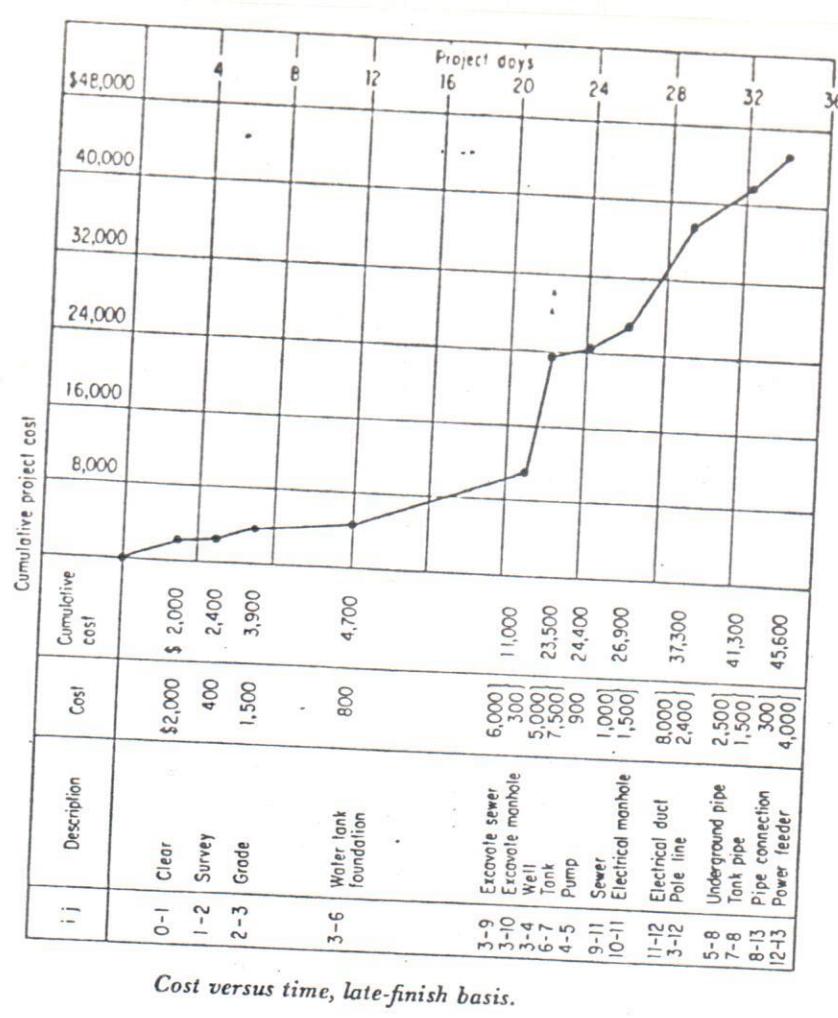


Critical path site net.

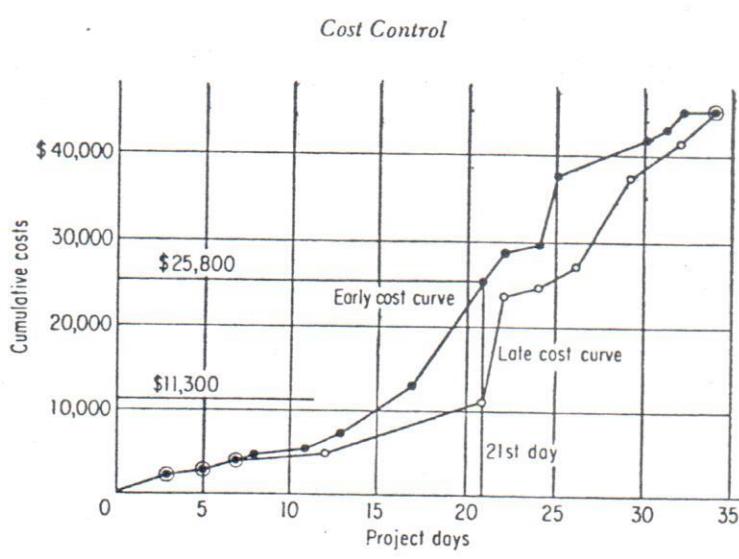
| I | J | DUR-A-TION | | DESCRIPTION | START | | FINISH | | TOTAL FLOAT |
|----|----|------------|---|------------------------------|-------|-----|--------|-----|-------------|
| | | | | | EAR | LAT | EAR | LAT | |
| 0 | 1 | 3 | 1 | CLEAR SITE | | | 3 | 3 | 0 |
| 1 | 2 | 2 | 1 | SURVEY AND LAYOUT | 3 | 3 | 5 | 5 | 0 |
| 2 | 3 | 2 | 1 | ROUGH GRADE | 5 | 5 | 7 | 7 | 0 |
| 3 | 4 | 15 | 1 | DRILL WELL | 7 | 7 | 22 | 22 | 0 |
| 3 | 6 | 4 | 1 | WATER TANK FOUNDATIONS | 7 | 8 | 11 | 12 | 1 |
| 3 | 9 | 10 | 1 | EXCAVATE FOR SEWER | 7 | 11 | 17 | 21 | 4 |
| 3 | 10 | 1 | 1 | EXCAVATE ELECTRICAL MANHOLES | 7 | 20 | 8 | 21 | 13 |
| 3 | 12 | 6 | 1 | OVERHEAD POLE LINE | 7 | 23 | 13 | 29 | 16 |
| 4 | 5 | 2 | 1 | INSTALL WELL PUMP | 22 | 22 | 24 | 24 | 0 |
| 5 | 8 | 8 | 1 | UNDERGROUND WATER PIPEING | 24 | 24 | 32 | 32 | 0 |
| 6 | 7 | 10 | 1 | ERECT WATER TOWER | 11 | 12 | 21 | 22 | 1 |
| 7 | 8 | 10 | 1 | TANK PIPING AND VALVES | 21 | 22 | 31 | 32 | 1 |
| 8 | 13 | 2 | 1 | CONNECT WATER PIPEING | 32 | 32 | 34 | 34 | 0 |
| 9 | 11 | 5 | 1 | INSTALL SEWER AND BACKFILL | 17 | 21 | 22 | 26 | 4 |
| 10 | 11 | 5 | 1 | INSTALL ELECTRICAL MANHOLES | 8 | 21 | 13 | 26 | 13 |
| 11 | 12 | 3 | 1 | ELECTRICAL DUCT BANK | 22 | 26 | 25 | 29 | 4 |
| 12 | 13 | 5 | 1 | PULL IN POWER FEEDER | 25 | 29 | 30 | 34 | 4 |
| 13 | 14 | 1 | 2 | BUILDING LAYOUT | 34 | 34 | 35 | 35 | 0 |



Cost versus time, early finish basis.



Cost versus time, late-finish basis.



Comparison of early and late cost versus time curves.

Quality Control

General: Quality Control

The aim is to upgrade the quality of workmanship. Diligent quality control will eliminate abortive work, taking down and re-execution of bad workmanship etc. and the consequential expenditure of time and money.

A. Quality Standards

Standards established by:

- i. Past performance
- ii. Engineering determination
- iii. Evidence of good or bad quality

B. Specifications and Quality

The quality of materials and workmanship required to achieve the requisite standards for Finishes are covered by the Drawings, Specifications, and relevant clauses of the Conditions of Contract.

C. Level of Detailing

The level of detailing in workshop drawings is of paramount importance in order to achieve good quality workmanship. The supervisor should ask the Contractor to prepare all required details before the commencement of work.

Element of Quality Control

The elements of quality control are numerous and we may concentrate on the following:

- Sequence of Operations
- Check Lists
- Sample Models

Sequence of Operation

Sequence of Operations

All activities in building construction should be operated in a sequential and logical manner. The input represents work requirements done by the Contractor for each activity and the output is the completed item.

The sequence is controlled by "Decision Stops" for "Rejection" or "Approval" or "Do work" or "Do it again". To display the flow of operations the "Flow Chart" procedure is adopted.

The order of operations is demonstrated by a graphic representation linking the progressive steps which must be made and the logical order of the decisions to be taken during the course of operations.

The idea behind the use of "Flow Charts" is:

- It improves communications between supervisory staff
- Eliminates confusion procedure wise due to interference in activities
- Improves co-ordination of work at site
- It helps in the proper control and use of the Check List system

The two major items in building construction are "Concretor" and "Finishing Items" inclusive of all services. Both items are demonstrated as an overall "Master Flow Chart", from which "Sub Flow Charts" breaking down each activity into detailed operations are represented.

Sequence of Operations for Concretor

This can be divided into two major items:

- a. Sub-structure: all work below absolute zero level
- b. Super-structure: all work above absolute zero level

a. Sub-Structure

- i. Framed structures with one or more basements
- ii. Framed structures without basements
- iii. Wall bearing structures without basements
- iv. Wall bearing structures with basements

b. Super-Structure

- i. Framed structures
- ii. Wall bearing structures

Check List

=====

Contents

- Checking Process
- Flow of Check List Documents
- Formats:
 - Requests for Inspection
 - Check list Formats for Concretor and Finishing Items

CHECKING PROCESS

General

One of the most important quality control systems on Project Sites is the process of checking. It is vital therefore that a practical and flexible check list format is prepared which effectively monitors the Contractor's methods, procedures and workmanship.

Checking and Conditions of Contract

Two rules which are covered by the Conditions of Contract control the process of checking:

- a. No commencement of any further work will be carried out until the Engineer has carried out his inspection and given his approval.
- b. The contractor must give the Engineer a minimum notice of 24 hours of his intention to set out the works.

The Engineer must inspect within 48 hours of such notice and no work shall proceed prior to this approval.

Role of Site Staff

The period required from the date of submission of the check list request should be spent by the Resident Engineer and Engineers concerned, in studying in detail workshop drawings and specifications, i.e.

- a) Check detailed dimensions and cross check them against overall dimensions.

- b) Detail drawings must be checked against the plans and elevations of the section concerned.
- c) Floor plans should be checked at various levels with the roof plans to ensure all openings coincide especially where service drawings are affected.
- d) Check Drawings if they are stamped by "Co-ordination Group" with necessary comments.

Any errors or items which provide insufficient information should be referred to H.O.S. who in turn refers the problem to the Head of Design for action and decision.

In addition, the Resident Engineer or Site Engineer concerned should be sufficiently experienced in the elements of construction so that he anticipates the problems before they arise and advises the Contractor in proper time thus gaining co-operation and respect between both Contractor and Consultant.

Checking in Stages:

The work shall be checked in stages during the progress of work according to sequence of operations. This will eliminate the compilation of errors which may lead to delay in time, affect quality of finished work and create tension on site.

Check List Procedure

Flow of Documents

Step 1 : Contractor submits 3 copies of "Request for Inspection" (See attached format).

Step 2 : Secretary to register and put date stamp "Received", Resident Engineer to sign and return copy # 1 to Contractor and copies # 2 and # 3 to Resident Engineer.

Step 3 : Resident Engineer to retain copy # 2 and distribute copy # 3 to concerned Engineer

Step 4 : Concerned Engineer to complete all required inspections and write comments on check list formats - 3 copies.

Step 5 : Resident Engineer to check:

- (a) Time taken for inspection by comparing returned "Request for Inspection" # 2 and # 3.
- (b) Comments written by concerned Engineer either to accept reject and signs.

Step 6 : Resident Engineer distributes Check List Format as follows:

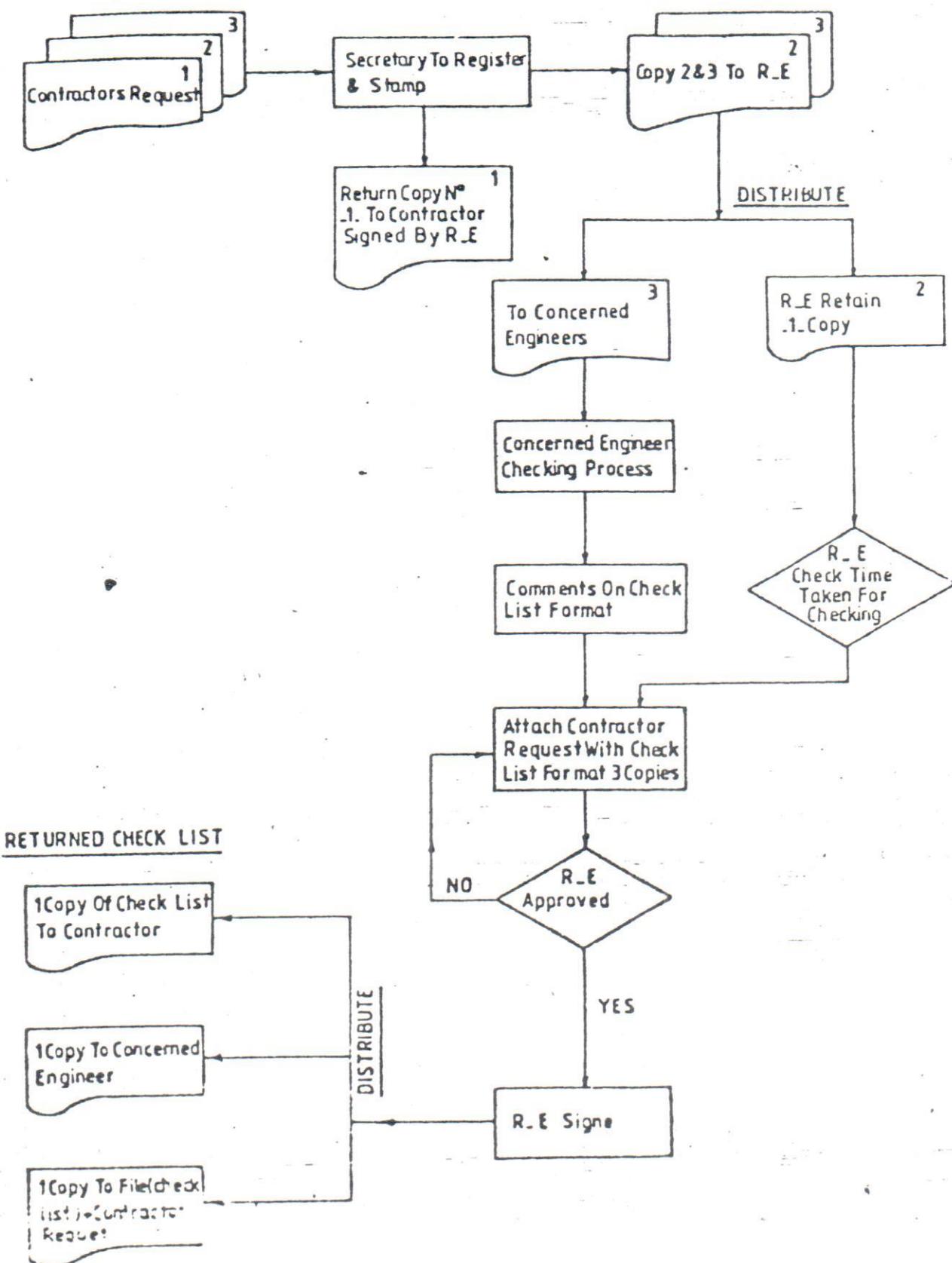
- (a) One copy to Main Contractor
- (b) One copy to Site File
- (c) One copy with attached request for inspection to concerned Engineer for action.

Check List Formats

1. Request for Inspection
2. Check List Format

FLOW-CHART

CHECK LIST PROCEDURE



Project :-

k_e_o

Date :-

Contractor :-

Request For Inspection

Time :-

PLEASE INSPECT THE FOLLOWING WORK ITEMS WHICH HAVE BEEN COMPLETED
IN ACCORDANCE WITH ALL CONTRACT DOCUMENTS

Signature:- Contractor's Representative

| DESCRIPTION | CODE | ITEM TO BE CHECKD | LOCATION | | REMARKS |
|--|------|-------------------|----------|-------|---------|
| | | | BLOCK NO | FLOOR | |
| <input type="checkbox"/> Civil Works | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Architectural Works | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Mechanical Works | | | | | |
| <input type="checkbox"/> A / C Works | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Electrical Works | | | | | |
| <input type="checkbox"/> External Works | | | | | |

CONTRACTOR INDEX

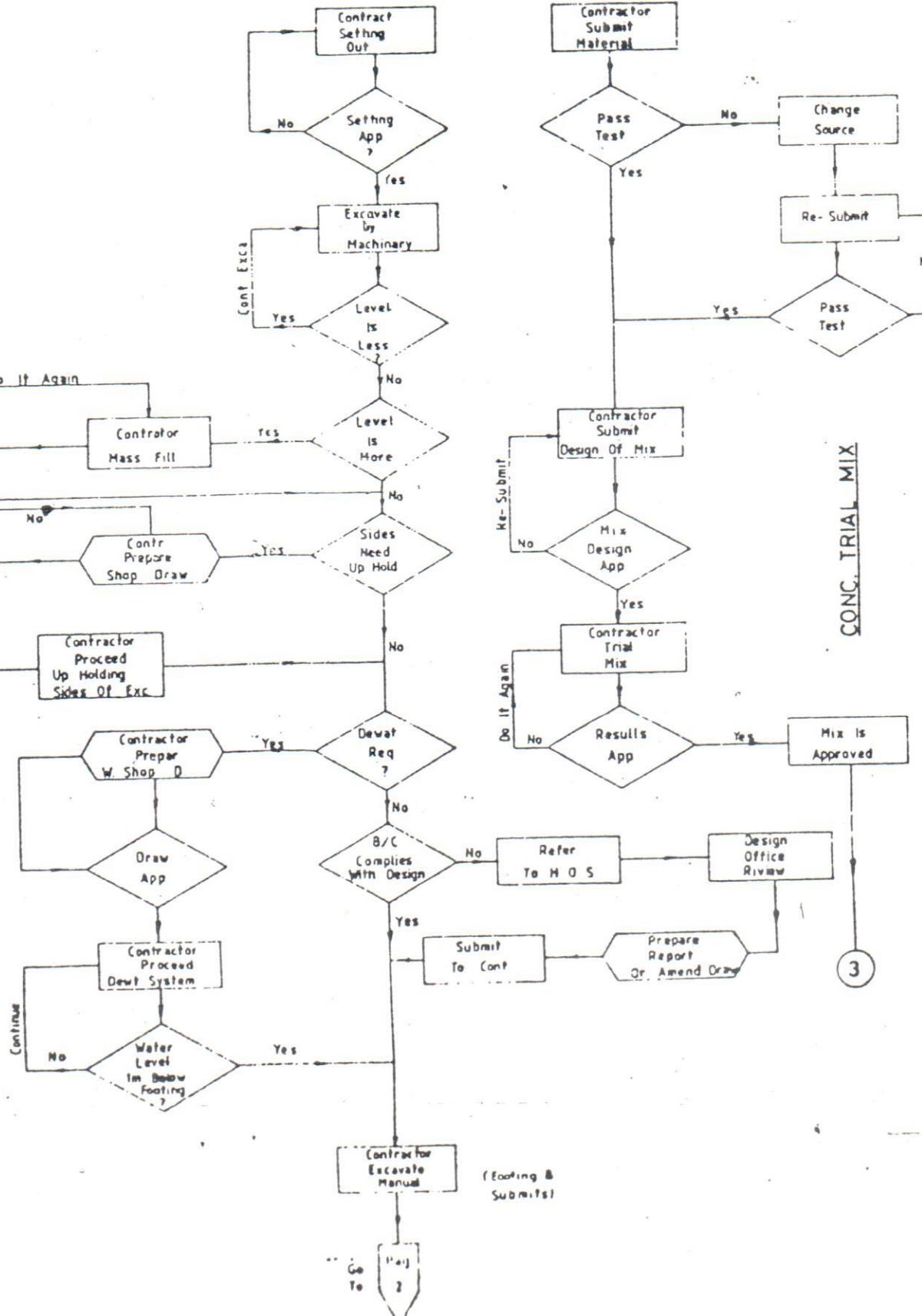
| GOD NUMBER | ITEM | DESCRIPTION | |
|------------|--|-------------|---------------------------------------|
| 0350 | M E C H A N I C A L | PLUMBING | Plumbing Works (Piping) |
| 0360 | | | Plumbing Works Equipment Installation |
| 0370 | | | Plumbing Works Testing |
| 0380 | | | Plumbing Works Commissioning |
| 0390 | | HVAC | A/C Ducting |
| 0400 | | | A/C Equipment Installation |
| 0410 | | | A/C Testing |
| 0420 | | | A/C Commissioning |
| 0430 | E L E C T R I C A L | Elect. | Conduits & Boxes |
| 0440 | | | Boards & Connections |
| 0450 | | | Fittings |
| 0460 | | | Lifts |
| 0470 | | | Testing |

CONCRETE
SUB-STRUCTURE
TO G. FLOOR
(BASEMENT)

K-e-o
FLOW-CHART

UP HOLDING SIDES OF EXC

DEWATERING SYSTEM



**CIVIL WORK
CHECK LIST**

DATE:

SHEET NO: 343

PROJECT:

| ITEM TO BE CHECKED | LOCATION |
|---------------------------|-----------------|
| CONTRACTOR'S ENG | |

a-CIVIL WORK

| | | | | | | | |
|----------------------|-------------|----------------|-----------------------|------------------|--------------|-----------------|----------|
| 1 EXCAVATION | LEVEL | COMPACTION | FREE FROM WATER | SIZE | | | |
| | | | | | | | |
| 2 BACK FILL | MATERIAL | EQUIPMENT | | | | | |
| | | | | | | | |
| 3 FORM WORK | LEVEL | STRAIGHTNESS | SIZES | STRENGTH-ENING | CLOSED FORMS | F. FACE OR SWAN | FORM OIL |
| | | | | | | | |
| 4 STEEL REINF | MILD STEEL | H.T. STEEL | DIAMETER | NO OF BARS | SHAPE | LOCATION | |
| | | | | | | | |
| 5 AGGREGATE | WASHED SAND | UN WASHED | ZONE | AGG. GRADING | CLEANLINESS | | |
| | | | | | | | |
| 6 CEMENT | TYPE | LUMPS | AMOUNT/m ³ | PASSED LAB TESTS | | | |
| | | | | | | | |
| 7 MACHINERY | SMALL MIXER | BATCHING PLANT | CRANE | VIBRATOR | COMPRESSOR | | |
| | | | | | | | |

b-BUILDERS WORK & EMBEDDED ITEMS

| | | | | | | | |
|------------------------------|--------------|---------------------------------------|----------------|----------------|------------------|---------------|-------|
| 1 OPENINGS | A/C | ELECT | PLUMBING | WATER SUPPLY | GAS | FIRE FIGHTING | |
| | | | | | | | |
| 2 MECH. & PLUMBER | PIPES | SLEEVES | SUPPORTS | ACCESS OPENING | | | |
| | | | | | | | |
| 3 ELECTRICAL | TEL | F. ALARM | CONDUIT | ACCESS | BOXES | SUPPORTS | DUCTS |
| | | | | | | | |
| 4 H.V.A.C. | PIPE SLEEVES | A/C BOXES IN BEAMS & SLABS | SUPPORTS | ACCESS OPENING | CONTROL CONDUITS | | |
| | | | | | | | |
| 5 FALSE CEILING | SUPPORTS | COORDINATION WITH A/C ELECT. PLUMBING | | | | | |
| | | | | | | | |
| 6 SUNDRIES | WALL TIES | DOWELS | ANCHORAGE LUGS | TIMBER WEDGES | | | |
| | | | | | | | |

SUMMARY & RECOMMENDATION

Date..

k.e.o

Project..

Floor..

check list

block wall_start of plastering

| Block Work | Check Dimensions Draw. | Pass Test | Alignment 1st Course | Verticality At Lintel Level | Lintel |
|------------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| | ✓ | ✓ | X | ✓ | |
| | B.M. at + 1.00 From F.F. | Batter Fly External | D.P.C | Exp Joints | Fix Dowels Bet Col. & Wall |
| A/C | Drawings Coordinated & Approved | Opening Size | Position Of W. Frame | Elect. & Cond. Therm. | Thermostat Box Projection |
| | | | | | |
| Elect & Tel. | Access Open | | | | |
| | Drawings Coordinated & Approved | Elect & Cond. Post Num. | Fill & Gap Wire Mesh | Clearing Of Cond. | Fix Boxes Leveling, Projection |
| Door Frames | Stereo | T.V. | Intercom. | Bells | |
| | Drawings Approved | Dimensions & Sample | Quality | Verticality | Projection |
| Marble Frames | Fixation | Alignment | | | |
| | Dimensions | Quality | Verticality | Projection | Alignment |
| Double Slab | Fixation | Defects | | | |
| | Form Work | Steel - Rft. | Acess Opening | Ready For Casting | |
| Signature | Arch. | Mech. | Elect. | Struc. | |
| | | | | | |
| <u>Summary Comment</u> | | | | | |