

الإدارة الهندسية للمشاريع الإنشائية

3-2-1

Engineering management of construction projects

جامعة تكريت /كلية الهندسة –القسم المدني-المرحلة
الثالثة

أ.م.د. ميسون عبد الله منصور

الإدارة الهندسية

• الإدارة الهندسية : هي العلم الذي يوظف كل الأساليب والوسائل المتوفرة لتحقيق أفضل النتائج الممكنة من استخدام هذه الأساليب.

وظائف الإدارة الهندسية :

1. تحقيق الاستخدام الأمثل للموارد (العمال , رأس المال , المكين , المواد)
2. السيطرة على المشاريع
3. تحقيق الأهداف الأساسية للمشروع الهندسي (الكلفة , الزمن والجودة)
4. التنسيق بين الأطراف المشتركة بالتنفيذ
5. تكييف ظروف العمل والتخطيط

المشروع الإنشائي

• **المشروع** : سلسلة من الأنشطة او المهام التي لها اهداف محددة يجب ان تتجز ضمن مواصفات محددة وله بداية ونهاية محددتان وله تمويل محدد ويستعمل المصادر المختلفة من اموال ووقت وكلفة ومعدات وعمالة

• **المشروع الإنشائي** هو عملية إنتاجية لا تكرارية عادة تنفذ بموجب المواصفات الفنية المحددة ومنهاج زمني معد مسبقا وضمن حدود متوقعة من التخصصات المالية او ما يعرف بكلفة المشروع .

الحاجة الى ادارة المشاريع

• الادارة بوصفها نشاطا انسانيا قديما قدم الانسان نفسه فمنذ ان وجد الانسان وجدت الحاجة الى الادارة من اجل مساعدته على القيام بمهام حياته. ادارة المشاريع لها علاقة بكافة فعاليات ولكن بدرجات متفاوتة كما ان جذورها موجودة في مبادئ الادارة العامة, فالإدارة صفة فطرية لدى كل انسان بغض النظر عن تفاوت قدراته الثقافية والادارية ودرجة استغلال هذه القدرات تتفاوت من شخص الى آخر, فالإنسان على المستوى الفردي بحاجة الى ممارسة العملية الادارية من اجل تنظيم حياته اليومية.

• تزيد الحاجة الى استغلال المهارات الادارية اذا ارتقينا في الرتبة او المركز الاداري, سواء على المستوى العائلي او العملي فرب الاسرة بحاجة الى قدرات ادارية اكثر من أي فرد فيها, فمسؤوليته تتجاوز ادارة شؤونه الى ادارة شؤون جميع افراد الاسرة كذلك الامر بالنسبة للإداريين في أي مشروع فالإداري تقع عليه مسؤولية تخطيط وتنظيم وتوجيه عمل جميع الموظفين الذين يعملون تحت أمرته والرقابة عليهم, تختلف حاجة الإداريين الى القدرات والمعارف الادارية كل حسب موقعه في الهيكل الاداري الى جانب القدرات الفنية أو التخصصية.

تقسم المستويات الادارية الى ثلاث مستويات او اكثر حسب الحاجة وطبيعة العمل:

- **الادارة التنفيذية Executive Management:** هي الادارة التي تعمل على تنفيذ ومراقبة سير العمليات, وهي مسؤولة عن التأكد من تحقيق الاهداف واتباع المخطط الموضوع. وتمتاز هذه الفئة بتغليب القدرات العملية والفنية على القدرات الادارية, فهي تفضل التعامل مع النواحي الادارية وتقوم برفع التقارير الى مستويات الادارة الوسطى وهي حلقة وصل بين العمالة والادارة.
- **الادارة الوسطى Middle Management:** تتمثل بالطبقات الادارية الواقعة بين الادارة العليا والادارة التنفيذية, فهي حلقة الوصل بين هذين المستويين ومن اهم واجباتها التنسيق و رفع التقارير المقدمة من الادارة التنفيذية الى الادارة العليا بعد مراجعتها, وتوصيل القرارات التي تتخذها الادارة العليا او التعديلات او أي امور اخرى تجد بالنسبة للمشروع الى الادارة التنفيذية.
- **الادارة العليا Upper Management:** هي مجموعة المديرين الذين يشغلون المراكز العليا في الادارة. وتتميز هذه الفئة بمسؤولياتها الكبيرة وعلاقتها الواسعة مع الشركات الاخرى, فهي بالتالي مسؤولة عن معظم القرارات الرئيسية والماسة مثل الاتصالات الخارجية وتحديد و تطبيق سياسة الشركة وتوقيع العقود

مستويات الإدارة



اتخاذ القرارات في ادارة المشاريع

- مشكلة الاختيار او الوصول الى القرار موجودة في اي مشروع على مختلف مستويات الادارة في شتى المجالات ضمن المشروع الواحد, ويفرض وجود عدة بدائل على مدير المشروع اختيار احد هذه البدائل او الخيارات بهدف الوصول الى القرار المناسب.
- العملية الادارية في حد ذاتها عبارة عن سلسلة قرارات متصلة بعضها ببعض, وبشكل خاص فإن الغاية من اتباع الطريقة العلمية في ادارة المشروع هي تحقيق اهداف المشروع بأقل كلفة ممكنة ضمن الوقت المحدد وبالمواصفات المطلوبة. ان عملية تحديد الاهداف بحد ذاتها قرار تتبعه سلسلة كبيرة من القرارات في مختلف مراحل دورة الادارة والتخطيط والتنظيم والتوجيه والرقابة وكما موضح في الشكل

اتخاذ القرارات في ادارة المشاريع



اتخاذ القرارات في ادارة المشاريع

- لذلك فإن اي مشروع يبدأ بقرار يوضح ويظهر اهداف المشروع تتبعه قرارات تحدد السياسات المتبعة من اجل الوصول الى الاهداف, تتبعها قرارات تحدد الميزانيات التقديرية للمشروع واخرى توضح الاجراءات الواجب اتباعها من اجل الوصول الى الاهداف, واخرى تحدد الجداول الزمنية لتلك الاجراءات.
- للوصول الى قرار حكيم في أية مرحلة كانت لابد من المرور بأربع مراحل هامة هي:
 - تحديد المشكلة.
 - وضع الحلول او البدائل المختلفة للمشكلة.
 - تحليل البدائل.
 - اختيار البديل الافضل.

عناصر الإدارة

- عناصر الإدارة بشكل عام تشمل: التخطيط, التنظيم, التنسيق, التوجيه و الرقابة .
- **التخطيط:** يشمل التنبؤ بما سيكون عليه المستقبل مع الاستعداد لهذا المستقبل, فالتخطيط عملية ذهنية تتضمن رفع التوقعات او الفرضيات المبنية على التفكير العميق في الحاضر من اجل الاستعداد لمواجهة المستقبل. كما انه جهد واعي يرمي إلى توجيه الفعاليات البشرية نحو تحقيق أهداف محددة بصورة عقلانية .

خصائص التخطيط

من ذلك يتبين ان خصائص التخطيط هي مايلي:

- التخطيط وسيلة وليست غاية .
- التخطيط اسلوب علمي له اسسه ومبادئه .
- التخطيط جهد عقلاي يتطلب المعرفة والخبرة .
- التخطيط اداة او وسيلة عامة يمكن استعمالها لتحقيق هدف ما .
- التخطيط عبارة عن عملية خلق وابتكار تربط الحاضر بالمستقبل .

التنظيم

- **التنظيم**: ويعرف بأنه وضع كل شيء في مكانه وكل شخص في مكانه ثم ربط الأشياء ببعضها والأشخاص ببعضهم من أجل تكوين وحدة متكاملة وتحديد المسؤوليات والسلطات والعلاقات بين الأفراد في المشروع من أجل العمل على تحقيق أهدافه .
- **يهدف التنظيم** إلى توحيد الجهود الجماعية وتنسيقها من أجل تقليل الاحتكاك أو التعارض الذي يمكن أن يحدث في المشروع أو الغائه إن أمكن . وحتى يتم تحقيق الأهداف على أحسن وجه , تقوم الإدارة العليا عادة بعملية التنظيم .

التنظيم

- ويوجد في أي مشروع نوعان من التنظيم :
- **التنظيم الرسمي Formal Organization**: تقوم الإدارة بوضع التنظيم الرسمي من اجل تحديد العلاقة بين الأفراد في كل قسم.
- **التنظيم الغير رسمي Informal Organization**
- ان وجود الافراد في المشروع بما لهم من عواطف وعلاقات شخصية وانطباعات خاصة سيؤدي الى تنظيم اخر موازي للتنظيم الرسمي يدعى بالتنظيم غير الرسمي.
- قد يتفق التنظيم الرسمي وغير الرسمي وقد يتعارضان وهنا تأتي مهمة الادارة بالعمل على التوفيق بينهما.

نظام السيطرة في المشروع الإنشائي:

• نظام السيطرة في المشروع الإنشائي:

هناك ثلاث أنواع من السيطرة والرقابة التي تقع ضمن اختصاص ادارة المشاريع الانشائية وهي :

1. السيطرة النوعية Quality Control تتم من خلالها مراقبة المواصفات الفنية للعمل المنجز ومقارنتها بالمواصفات المطلوبة اصلا في الوثائق الفنية والهندسية للمشروع وتحديد الانحراف (ان وجد) والتوصية في تقارير السيطرة النوعية الى الادارة العليا باتخاذ الإجراءات التصحيحية المناسبة .

2. السيطرة على الكلفة Cost Control يتم خلالها تسجيل كافة المصاريف المالية والمبالغ الفعلية التي تستنفذها كل فعاليات المشروع ومقارنة هذه المصارف والمبالغ الفعلية مع القيم المخططة لها ازاء تلك الفعاليات .

3. السيطرة الزمنية Time Control وتدعى بالرقابة على المنهاج الزمني وهو أمر يعكس الفترة الزمنية التي تستغرقها الفعاليات المختلفة في المشروع وتأثيرات ذلك على المدة الكلية لأعمال المشروع.

برمجة المشاريع الإنشائية (جدولة المشاريع):

• بعد الانتهاء من تخطيط المشروع وتقسيمه الى عناصره الرئيسية (النشاطات او العمليات اللازمة لتنفيذ) تأتي مرحلة الجدولة .ان جدولة النشاطات هي إحدى المتطلبات الأساسية للمشروع بعد اقراره . والإدارة هي الجهة المسؤولة التي تقوم بعملية الجدولة في معظم الحالات الا انه في حالة كون المشروع كبير ومعقد فان الإدارة المتخصصة في كل جزء من اجزاء المشروع هي التي تقوم بعملية الجدولة لذلك الجزء . تعتبر عملية الجدولة من اهم الأدوات التي تساعد على توزيع الموارد من خلال فترة تنفيذ المشروع وبالتالي فهي تهدف الى إتمام المشروع على أفضل وجه ممكن أي اقل زمن و اقل كلفة و اقل مخاطرة ممكنة

برمجة المشاريع الإنشائية (جدولة المشاريع):

قبل القيام بعملية الجدولة وبغض النظر عن درجة تعقيد المشروع يجب الحرص على إجابة الاستفسارات الآتية:

- عدد النشاطات اللازمة لتنفيذ المشروع .
- المستوى المطلوب في تفصيل النشاطات
- أن تكون جميع النشاطات للمشروع معرفة وواضحة .
- علاقة النشاطات مع بعضها وتسلسلها في المشروع واضح ومعروف
- مدى ارتباط واعتماد عملية الجدولة على عملية تقسيم المشروع .
- معرفة المدة الزمنية وهي وقت البداية والنهاية لكل عملية او نشاط والموارد اللازمة للتنفيذ ان أمكن .

أهم الطرائق المستخدمة في إدارة المشاريع:

- جاء الاهتمام بدراسة إدارة المشاريع بشكل خاص نتيجة كبر حجم تلك المشاريع وازدياد تعقيدها وبالتالي كبر حجم المشاكل التي تواجه الإدارة وزيادة تعقيدها , حيث أدت إلى فشل أساليب الأداء التقليدية في حل هذه المشاكل وظهرت الحاجة إلى إدارة عملية قادرة على حل هذه المشاكل بجميع متغيراتها وتعقيدها .
- يمكن تقسيم الطرائق المستخدمة في إدارة المشاريع حسب طبيعة المشاريع نفسها وطبيعة المعلومات المتوفرة عنها , ففي حالة المشاريع المتكررة والتي سبق إقامة مشاريع مشابهة لها نستطيع الحصول على معلومات كافية عالية الدقة , أما في حالة كون المشروع جديد ولا توجد معلومات كافية عنه أو عن مشاريع مشابهة له فإن الفرضيات أو البيانات الإحصائية هي المصدر الرئيسي للمعلومات وبالتالي تستخدم إحدى الطرق الاحتمالية .

أهم الطرائق المستخدمة في إدارة المشاريع:

ومن أهم الطرائق المستخدمة في إدارة المشاريع:

1. طريقة المخطط الشريطي Bar Chart Method

2. طريقة تحليل المخطط الشبكي Net work Analysis Method او طريقة المسار الحرج وتشمل:

تمثيل الفعاليات على الأسهم Activity on Arrow

تمثيل الفعاليات على العقد Activity on Nod

4. طريقة خط التوازن line of balance

تقنية تقويم ومراجعة البرنامج (بيرت) Project Evaluation Review Technique

5. طريقة المشبك الزمني Time Grid Method

عوامل تحديد استخدام طرائق التخطيط Factors Affecting Selection of Planning Method

من العوامل المهمة لعملية التخطيط الإنشائية والتي بناء عليه يتم وضع الطريقة او الخطة للتنفيذ هي

1. توفر الأيدي العاملة وانتاجيتها

2. توفر المعدات وامكانية استخدامها طبقا لظروف المشروع وانتاجيتها

3. توفر المواد الإنشائية وظروف ومشاكل ايصالها لموقع المشروع .

4. استخدام المقاولين الثانويين وعلاقات العمل فيما بينهم .

5. إمكانية تصنيع بعض الاجزاء الانشائية واستيرادها من الخارج والصعوبات في كليهما .

الفعالية الإنشائية Construction Activity

الفعالية الإنشائية

هي جزء من المشروع التي يمكن انجازها باستخدام نوعية معينة من الايدي العاملة و احيانا نوعية معينة من المعدات الإنشائية مثل حفر الارضيات التي تحتاج الى ايدي عاملة مختصة بالحفر والى معدات ومكائن معينة لحفر هذه الارضيات.

هيكل تجزئة العمل

(WBS Work Breakdown Structure)

- هيكل تجزئة العمل (WBS) هو تفكيك هرمي للعمل يركز على العمل الذي سينفذه فريق المشروع لتحقيق أهداف المشروع، والوصول للنتائج المطلوبة، ويركز على تسليم النتائج، ويُعد WBS حيز زاوية في التخطيط الفعال للمشروع وتنفيذه والسيطرة عليه، ومراقبته ورفع تقاريره، وجميع الأعمال المتضمنة في WBS يتم تحديدها وتقديرها ووضع جدول زمني وميزانية لها.
- ببساطة هو عبارة عن تقسيم شجري لأعمال المشروع الى حزمة أعمال Packages Work يمكن إدارتها بسهولة وتحديد المدد الزمنية وتقدير التكاليف وكل حزمة عمل Package Work Individual يمكن تقسيمه لمجموعة من الأنشطة Activities والشكل التالي يمثل هيكل تفكيكي للأعمال WBS،
- يُعد تقسيم العمل إلى مهام أصغر أسلوبًا إنتاجيًا شائعًا يستخدم لجعل العمل أكثر سهولة ويسر. بالنسبة للمشاريع، فإن هيكل تقسيم العمل (WBS) هو الأداة التي تستخدم هذه التقنية وهي واحدة من أهم وثائق إدارة المشروع. إنه يدمج بمفرده النطاق والتكلفة والجدول الزمني الأساسيين لضمان توافق خطط المشروع.



1 هيكل تنظيم أعمال البناء



هيكل تجزئة العمل (WBS Work Breakdown Structure)

- الغرض الأساسي من إنشاء الهيكل التفكيكية للأعمال هو:
 - تكسير الأعمال إلى أعمال أصغر حتى يتضح النطاق بشكل دقيق ومفصل، وهذه أفضل طريقة لفهم ما الذي تحتاجه لتنفيذ وتسليم Better understanding of what is needed to be done الأعمال ومن ثم الأنشطة
 - تسهيل إدارة المشاريع الكبيرة، وتقسيمها إلى أجزاء أصغر يعمل عليها أفراد مختلفين في الفريق في وقت متزامن، مما يؤدي إلى تحسين إنتاجية الفريق، وتسهيل إدارة المشروع.

يجب أن يحتوي هيكل تقسيم العمل الجيد على الخصائص التالية:

1. قابل للتحديد (Definable): يستطيع المشاركون في المشروع وصفه وفهمه بسهولة.
2. قابل للإدارة (Manageable): يحتوي على وحدات عمل واضحة ذات معنى يمكن تكليف فرد مسئول بسلطة مسؤوليتها وإدارتها.
3. قابل للتقدير (Estimateable): يمكن تقدير المدة المطلوبة لإكمال العمل، وتقدير تكلفة الموارد المطلوبة لإنهاء المشروع.
4. مستقل (Independent): يحتوي على أقل درجة ممكن من التداخل أو الاعتماد على عناصر مستمرة أخرى (أي مخصص له حساب رقابي منفرد، وقابل للتمييز بوضوح عن حزم العمل الأخرى).
5. قابل للدمج (Integratable): يندمج مع عناصر عمل مشروع آخر، مع إمكانية وضع تقديرات تكلفة أعلى وجدول زمنية جديدة تتضمن المشروع بأكمله.
6. قابل للقياس (Measurable): يمكن استخدامه في قياس التقدم المحقق، وله تاريخ بدء وانتهاء محدد، ومراحل مؤقتة قابلة للقياس.
7. قابل للتعديل (Adaptable): مرن بما يكفي بشكل يتيح إضافة أو حذف نطاق عمل معين بسهولة في إطار WBS.

أنواع هيكل تقسيم العمل WBS

• يعرف كتاب المعرفة لإدارة المشاريع (PMBOK) التابع لمعهد إدارة المشاريع هيكل تقسيم العمل بأنه "تحليل هرمي موجه نحو التسليم للعمل الذي يتعين على فريق المشروع تنفيذه." هناك نوعان من هيكل تقسيم العمل:

1. WBS على أساس التسليم و

2. WBS على أساس المرحلة.

النهج الأكثر شيوعًا والمفضل هو **النهج القائم على التسليم**. يتمثل الاختلاف الرئيسي بين النهجين في العناصر المحددة في المستوى الأول من WBS.

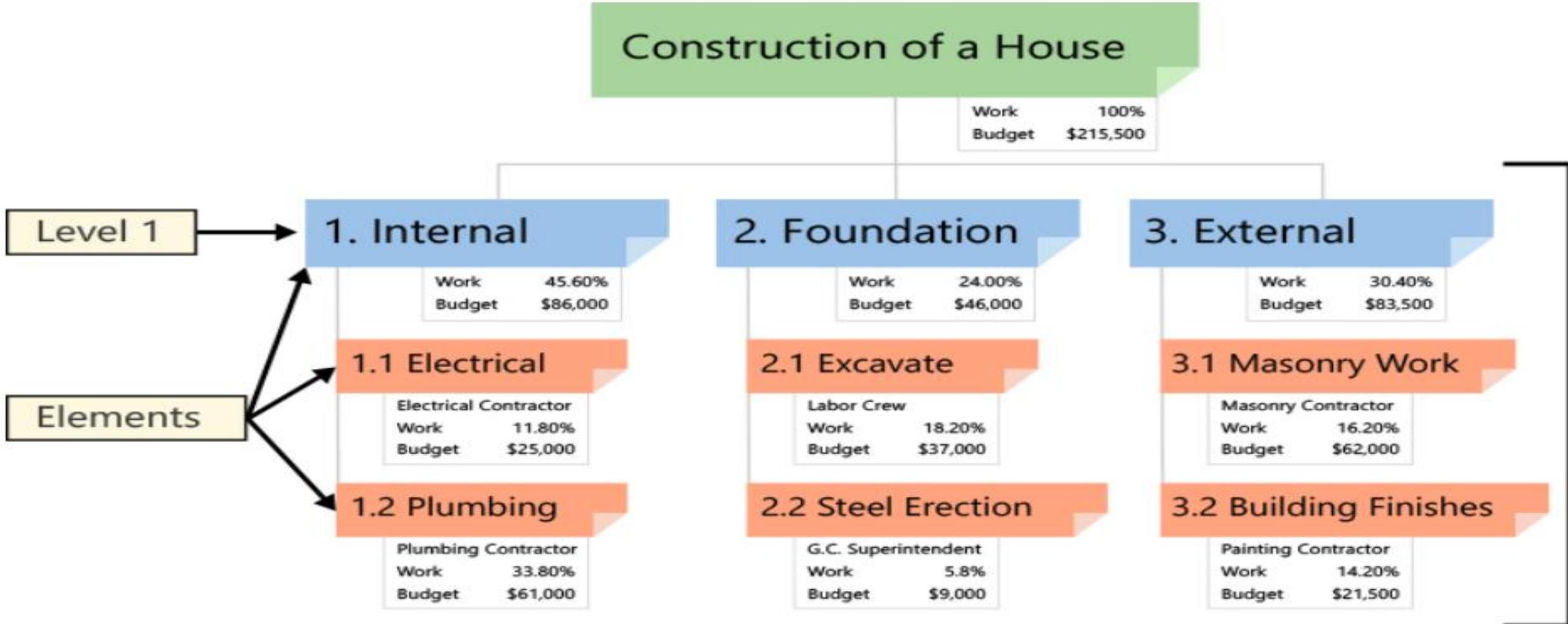
هيكل توزيع العمل على أساس التسليم

Deliverable-Based Work Breakdown Structure

- يوضح هيكل تقسيم العمل المستند إلى التسليم بوضوح العلاقة بين مخرجات المشروع (أي المنتجات أو الخدمات أو النتائج) والنطاق (أي العمل الذي سيتم تنفيذه). الشكل 1 هو مثال على WBS القائم على التسليم لبناء منزل.

هيكل توزيع العمل على أساس التسليم

Deliverable-Based Work Breakdown Structure



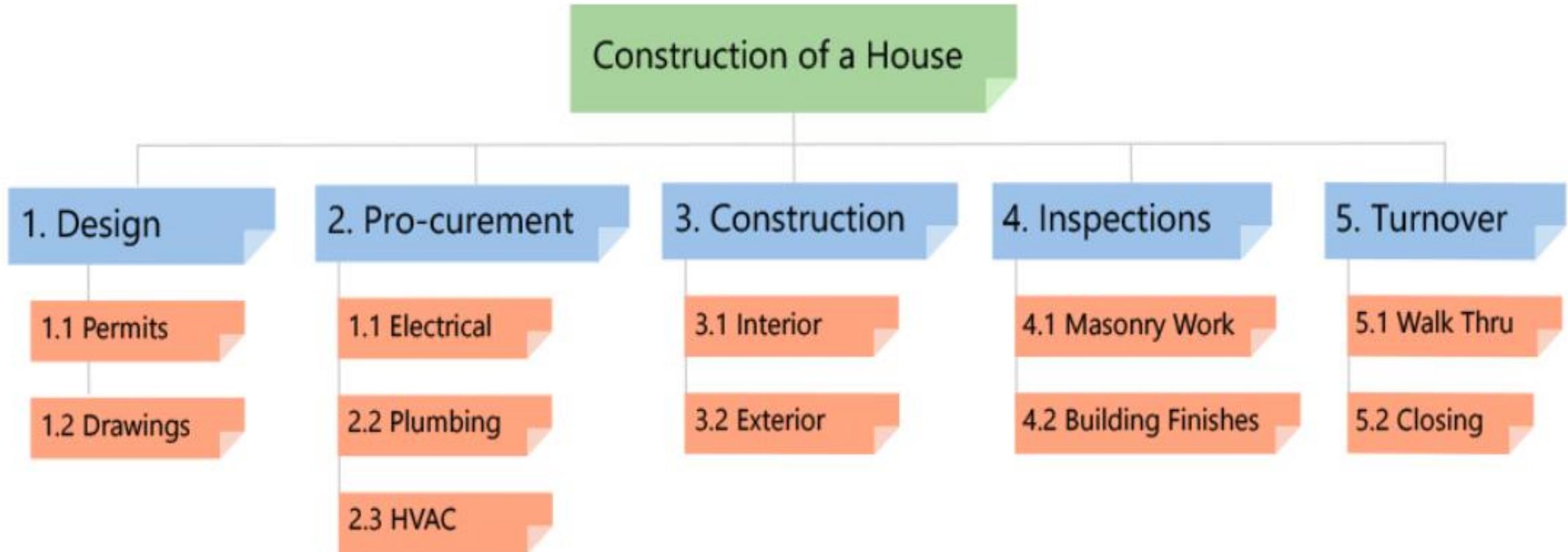
هيكـل تقسيم العمل على أساس المرحلة

Phase-Based Work Breakdown Structure

- في الشكل 2 ، هيكـل تنظيم العمل القائم على المرحلة ، يحتوي المستوى 1 على خمسة عناصر. كل عنصر من هذه العناصر هو مراحل نموذجية للمشروع. عناصر المستوى 2 هي المنجزات الفريدة في كل مرحلة.
- بغض النظر عن نوع WBS ، فإن عناصر المستوى الأدنى كلها قابلة للتسليم. يتطلب WBS القائم على المرحلة تقسيم العمل المرتبط بعناصر متعددة إلى عمل فريد لكل عنصر من عناصر المستوى 1.
- إن WBS الجيد هو ببساطة الذي يجعل المشروع أكثر قابلية للإدارة. كل مشروع مختلف. يختلف كل مدير مشروع عن الآخر وكل WBS يختلف عن الآخر. لذا ، فإن WBS الصحيح هو الأفضل الذي يجيب على السؤال ، "ما الهيكـل الذي يجعل المشروع أكثر قابلية للإدارة؟".

هيكل تقسيم العمل على أساس المرحلة

Phase-Based Work Breakdown Structure



قواعد تصميم وإنشاء هيكل تقسيم الأعمال:

يوجد ثلاث قواعد لتصميم وإنشاء الهيكل التفكيكي للأعمال:

1. قاعدة 100%:

لابد أن تتضمن **WBS** كل النطاق **Scope** والتسليمات **Deliverables** بما في ذلك إدارة المشروع، وكذلك مجموع المستوي الأول من **WBS** يساوي 100% من مجموع المستويات المتتالية.

2. علاقة الأبوين والطفل **Parent / Child Relationship**:

لا يوجد تداخل **Overlap** بين عنصرين في **WBS** بمعنى كل طفل مرتبط بأبوين فقط لأن إذا حدث غير ذلك سيزيد من المخاطر، ويؤدي تكرار العمل مرة ثانية.

3. إستخدام الحس **Common Sense**:

تذكر أن الهدف من **WBS** هو عمل إطار عام للتخطيط والتنفيذ والمتابعة بالتالي فلا بد من إستخدام الحس لتحديد ما هو المستوي الذي يتوقف عنده عمل **Work Packages**..

حزمة الأعمال **Work Packages**،

وهو المستوي الذي ينقسم لمجموعة من الأنشطة للمستوى الأخير الذي يسمى حزمة العمل **Work Packages** والمستويات موضحة