

جامعة دمشق
كلية الهندسة المدنية
قسم الإدارة الهندسية و التشييد

دعم مفاهيم الإدارة المتقدمة (Lean) خلال
دورة حياة البناء من خلال نمذجة معلومات
البناء في مرحلة ما قبل التشييد

إعداد المهندس
عمار قاسم

إشراف الدكتور المهندس
طلال الشهابي

دمشق ٢٠١٤
رسالة ماجستير في تقانات إدارة
معلومات التشييد

المحتويات

4.....	الفصل 1 : مقدمة عامة
4.....	1.1 خلفية نظرية:
4.....	1.1.1 مقدمة:
5.....	1.1.2 مفاهيم في الإدارة:
6.....	1.1.3 التفكير السلس (Lean thinking):
6.....	1.1.4 التشييد السلس (Lean Construction):
7.....	1.1.5 تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء (Building Information Modeling):
8.....	1.1.6 إنتاجية صناعة التشييد:
10.....	1.1.7 مراحل تطبيق تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء:
12.....	1.1.8 المرحلة الأولى أو مرحلة النمذجة (Modeling):
12.....	1.1.9 المرحلة الثانية أو مرحلة التعاون (Collaboration):
13.....	1.1.10 المرحلة الثالثة أو مرحلة التكامل (Integration):
14.....	1.1.11 العلاقة بين التشييد السلس وتكنولوجيا نمذجة معلومات البناء:
15.....	1.2 مشكلة البحث:
17.....	1.3 منهجية البحث:
20.....	1.3.1 دورة البحث العملي الأولى:
21.....	1.3.2 دورة البحث العملي الثانية:
23.....	1.3.3 دورة البحث العملي الثالثة:
27.....	1.3.4 نموذج التشييد السلس (Lean Model):
29.....	1.3.5 معامل التشييد السلس (Lean Ratio):
30.....	1.4 المساهمة المعرفية للبحث:
32.....	1.5 أهداف البحث الرئيسية:
34.....	1.6 نطاق البحث و حدوده:
35.....	1.7 هيكلية الرسالة:
37.....	الفصل 2 : الدراسة النظرية:
37.....	2.1 العلاقة بين الإنتاجية و تكنولوجيا المعلومات:
38.....	2.2 تكنولوجيا المعلومات في صناعة التشييد (ITC):
40.....	2.3 تكنولوجيا نموذج معلومات البناء:
41.....	2.3.1 نموذج معلومات البناء:
42.....	2.3.2 عملية نمذجة معلومات البناء:

43.....	2.3.3 عمليات توظيف نموذج معلومات البناء:
45.....	2.4 طريقة الإنتاج السلس:
48.....	2.5 مبادئ طريقة الإنتاج السلس:
48.....	2.5.1 مبدئ القيمة:
49.....	2.5.2 مبدئ جدول القيمة (Value Stream):
51.....	2.5.3 مبدئ الجريان (Flow):
53.....	2.5.4 مبدئ السحب (Pull):
54.....	2.5.5 مبدئ الكمال (Perfection):
55.....	2.5.6 مبدئ احترام الكادر البشري (Respect for People):
57.....	الفصل 3 : منهجية البحث:
57.....	3.1 مقدمة:
58.....	3.2 المعرفة في إطار البحث النوعي:
60.....	3.3 منهجية النظرية المطمورة (Grounded Theory):
63.....	3.4 ممكنات الإنتاج السلس (LEfSE):
63.....	3.4.1 ماذا تعني ممكنات الإنتاج السلس؟
65.....	3.4.2 ممكنات الإنتاج السلس كبيئة مناسبة لاختبار الاستراتيجية:
65.....	3.5 عملية تحقيق استراتيجية التوظيف:
66.....	3.6 مصداقية منهجية البحث:
67.....	3.6.1 المصداقية الداخلية للمنهجية:
67.....	3.6.2 المصداقية الخارجية للبحث:
68.....	3.6.3 اعتمادية البحث:
68.....	3.7 اختيار ممكنات الإنتاج السلس لاختبار استراتيجية التوظيف:
70.....	الفصل 4 : تحليل المعطيات:
70.....	4.1 مقدمة:
70.....	4.2 الممكنات المختارة:
70.....	4.3 الممكنات المتعلقة بمبدئ القيمة:
73.....	4.4 الممكنات المتعلقة بمبدئ جدول القيمة:
76.....	4.5 الممكنات المتعلقة بمبدئ الجريان:
82.....	4.6 الممكنات المتعلقة بمبدئ السحب:
82.....	4.7 الممكنات المتعلقة بمبدئ الكمال:
86.....	4.8 الممكنات المتعلقة بمبدئ احترام الكادر البشري:
106.....	الفصل 5 : النتائج و الاستنتاجات

106.....	5.1 مقدمة:
106.....	5.2 ملخص مختصر عن البحث:
106.....	5.2.1 البحث العملي:
109.....	5.2.2 منهجية النظرية المطمورة كطريقة للتقييم:
110.....	5.2.3 إمكانات الإنتاج السلس:
111.....	5.3 مثال عملي يوضح موضع تطبيق استراتيجية التوظيف:
112.....	5.4 نتائج البحث:
113.....	5.5 إمكانيات بحث أخرى:
114.....	المراجع المعتمدة:

فهرس الجداول

- الجدول (1.1): الهدر في صناعة التشييد.....11
- الجدول (2.1): متوسط الإنتاجية لعدة صناعات بين عامي 1977-2000.....39
- الجدول (2.2): ثقافة الإنتاج السلس مقابل ثقافة الإنتاج التقليدي.....59
- الجدول (3.1): جدول يوصف طريقة العرض لممكنات الإنتاج السلس.....68

فهرس الأشكال

- الشكل (1.1) إنتاجية صناعة التشييد حتى عام 2000 و يلاحظ أنها انخفضت بمقدار ثمانين بالمائة مما كانت عليه في عام 1964 (Kymmell, 2008, p. 6).....10
- الشكل (1.2): مراحل تطبيق تكنولوجيا نموذج معلومات البناء.....13
- الشكل (1.3): التفاوت في عائد الاستثمار في تكنولوجيا المعلومات.....17
- الشكل (1.4): التداخل في الأمور المتعلقة بتكنولوجيا نموذج معلومات البناء.....19
- الشكل (1.5): دورات البحث العملي.....20
- الشكل (2.1): جزر تكنولوجيا المعلومات في صناعة التشييد.....41
- الشكل (2.2): العمليات المستندة على تكنولوجيا نموذج معلومات البناء.....45
- الشكل (2.3): الاختلاف بين طريقة الإنتاج السلس و الطريقة التقليدية.....49
- الشكل (2.4): مستويات التفكير المختلفة حول طريقة الإنتاج السلس.....50
- الشكل (2.5): منحني ماك ليمي.....54
- الشكل (2.6): الرؤية البعيدة المدى للتوظيف الفعال لتكنولوجيا نموذج معلومات البناء.....56
- الشكل (3.1): الفرق بين طريقة النظرية المطمورة و باقي طرق البحث العلمي من حيث طريقة البحث.....65

الفصل 1: مقدمة عامة

1.1 خلفية نظرية:

1.1.1 مقدمة:

إن علم الإدارة هو علم حديث نسبيًا. كما كل العلوم فقد تتطور عبر الزمن و باستعراض سريع لهذا التطور يمكن أن نرى كيف تتطور علم الإدارة خلال الفترة الماضية.

بدء علم الإدارة بما يسمى اليوم المفهوم الكلاسيكي للإدارة. أسسه فيدريك ونسلو تايلور (

1856-1915) و ارتكز على فكرة أن الإنتاجية يمكن رفعها من خلال ممارسات علمية. هذا

المنظور للإدارة سمح بظهور مفاهيم مثل التخطيط, التدريب, التحفيز و غيرها. أحد سليات هذا

المنظور هو إهماله لظرف العمل الاجتماعي (Daft & Lane, 2009, p. 36,39; P. Robbins &

.(Coulter, 2010, p. 29

بعد ذلك ظهر المنظور الإنساني للإدارة و يركز على أهمية فهم التصرفات الإنسانية و التفاعل

الاجتماعي بين الجماعات (Daft & Lane, 2009, p. 41). هذا المنظور ارتكز على فكرة إن

الإنتاجية تزداد عندما يعمل الناس في ظروف مناسبة. خلال تقدم الزمن تقعدت المشاكل

الإدارية و ظهرت الحاجة إلى منظور الإدارة الذي يعتمد على تكنولوجيا المعلومات.

في هذه الفترة ظهر مفهوم الإدارة العلمية الذي يتعامل مع مشاكل ذات الطبيعة المعقدة.

رافق ذلك ظهور العديد من فروع الإدارة كفروع إدارة العمليات الذي يستخدم تقنيات مثل

البرمجة الخطية و غير الخطية لحل المشاكل المتعلقة بالصناعة و فرع تقنيات المعلومات و هو أحد أحدث الفروع و يهتم بأنظمة المعلومات التي تقوم بتوفير المعلومات ذات العلاقة للمدراء بشكل سريع و رخيص التكاليف (Daft & Lane, 2009, p. 43). من بين كل مقاربات الإدارة السابقة بقي المنظور الإنساني الأكثر علاقة منذ عام 1950 و حتى يومنا هذا.

1.1.2 مفاهيم في الإدارة:

رافق تطور علم الإدارة ظهور ثلاث مقاربات إدارية و هي مقارنة النظام المتعدد (system theory) و مقارنة الخصوصية الإدارية (Contingency view) و مقارنة الإدارة النوعية الشاملة (Total Quality Management). على العكس من من المنظور العلمي للإدارة فإن نظرية النظام المتعدد لا تبسط الواقع إلى مجرد تحليل كمي لأن مثل هذا التبسيط يؤدي إلى الفشل. أما مقارنة الخصوصية الإدارية فهي لا تتفق مع المنظور الكلاسيكي بعمومية الممارسات الإدارية ولكن كل منظمة لها خصوصيتها و طبيعتها (Daft & Lane, 2009, p. 47,49).

أما المقاربة الثالثة هي مقارنة الإدارة النوعية الشاملة. على الرغم من الخلاف على منشأها يعود الفضل لليابان بتعميق جذور هذه المقاربة ضمن المنظور الإنساني للإدارة. حدث هذا من خلال تحويل هذه المقاربة للإدارة من التركيز على التفتيش على عمليات الإنتاج باتجاه التركيز على تفعيل دور الكادر البشري في منع الأخطاء و التقليل منها في عمليات الإنتاج (Daft & Lane, 2009, p. 49). بالإضافة إلى التركيز على حاجات الزبون النهائي و عملية التحسن

المستمر.

1.1.3 التفكير السلس (Lean thinking):

لتطبيق الأمور الأساسية في مقارنة الإدارة الشاملة ظهرت عدة طرق منها طريقة الإنتاج السلس والتي تعتبر أن الكادر البشري هو أهم عنصر في أي عمل و تحاول بشكل دائم تفعيل دور الكادر البشري في عملية التحسن المستمر و أحد أهم مبادئها هو التركيز على إلغاء الهدر و إنتاج الأمور المهمة بالنسبة للزبون النهائي. باختصار الإنتاج السلس هو عملية تحسين دائم من قبل كادر بشري يؤمن بأهمية هذه العملية.

1.1.4 التشييد السلس (Lean Construction):

في العقدين الآخرين زادت الصناعات التقليدية من أداؤها بشكل كبير بعد أن اعتمدت على طريقة الإنتاج السلس بدلاً من الطريقة التقليدية. إن الفرق الأساسي بين الطريقتين هو أن طريقة الإنتاج السلس تركز على حذف أو ضبط العمليات التي تسبب هدر و بنفس الوقت تقوم بالتركيز على تطوير و تحسين العمليات التي تعطي قيمة مباشرة.

يتوقع أن تسبب هذه الطريقة تغييراً في كل الصناعات و من بينها صناعة الإنشاء على الرغم من الفرق الكبير بينها و بين الصناعات التقليدية. التشييد السلس مازال في بداياته ولكن الكثير من الشركات بدأت بتطبيقه. على الرغم من أن الزيادة في الأداء في صناعة الإنشاء و الناتجة من تطبيق طريقة الإنتاج السلس هي صغيرة بالمقارنة مع الزيادة المحققة في الصناعات التقليدية لكن يتوقع أن تصل الإنتاجية بعد فترة إلى تلك المستويات (Alarcon, 1997, p. IX) خصوصاً مع ظهور تكنولوجيا معلومات واعدة في صناعة التشييد.

1.1.5 تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء (Building Information Modeling) :

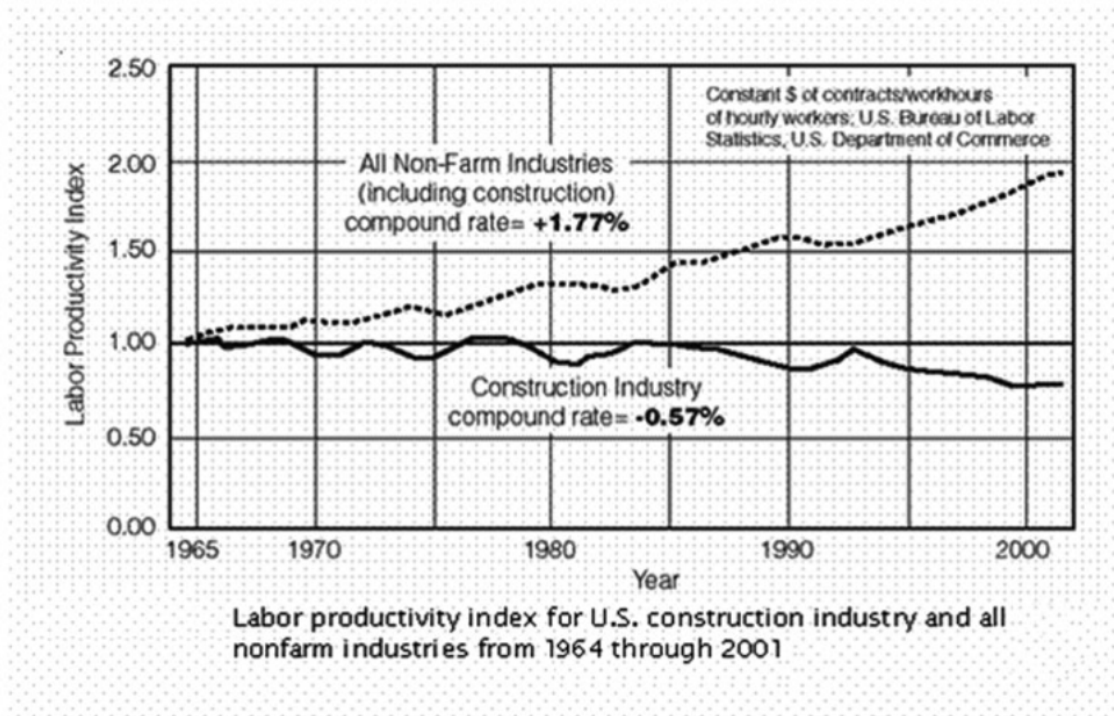
إن الاستخدام التقليدي لتكنولوجيا المعلومات في صناعة التشييد انعكس بشكل سلبي على الصناعة. فقد زاد من تجزئة الصناعة بسبب التوافقية الضعيفة للبرمجيات مع بعضها البعض. فمثل هذه التوافقية لا تسمح بسهولة و يسر استخراج المعلومات المتعلقة بالكميات و الكلفة. كما أنها لا تقوم بالربط بين نموذج البناء الهندسي و المعلومات الهندسية و بين باقي المعلومات المتعلقة بالبناء. كما أنها تستخدم التعبير ثنائي البعد في الرسومات لتصف الواقع الثلاثي البعد. بالإضافة إلى صعوبة أو عدم إمكانية تبادل المعلومات بين أطراف المشروع.

الكثير من الجهود بذلت من أجل ربط هذه البرمجيات مع بعضها البعض و كانت النتيجة هي تطوير تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء و التي تسمح لكل أطراف المشروع بتبادل المعلومات بشكل سلس عن طريق نموذج معلومات البناء. يمثل هذا النموذج قاعدة لكل المعلومات الخاصة بالبناء خلال كامل دورة حياته. كما أن هذه التكنولوجيا قادرة على ضمان سلامة المعلومات المخزنة و دقتها. فعند تعديل أي معلومة من النموذج يقوم و بشكل آلي بتعديل كل المعلومات المرتبطة بها في كامل النموذج. كما يوفر النموذج وصول سهل لكل المعلومات الخاصة بالبناء مما يسمح بإجراء الكثير من التحليل و بشكل سريع مما يسمح باتخاذ قرارات أفضل. ما تزال هذه التكنولوجيا تتطور ففي الوقت الحالي لدينا مخدمات خاصة بهذه التكنولوجيا و التي تسمح بدرجات عالية من التواصل و التعاون بين كل أطراف المشروع و خلال كل دورات حياته.

بحسب (Kymmell, 2008, p. 4) فإن تكنولوجيا المعلومات لن تتوقف عن التطور و كذلك الأمر بالنسبة لتكنولوجيا نمذجة معلومات البناء و لكن الأمر المهم و الذي يجب أن يلاحظ هو أن العمليات التي تعتمد على هذه التكنولوجيا لن تتغير بشكل جذري. هذه العمليات هو نفسها العمليات التي يقوم عليها كل تفاعل إنساني و هي: التواصل, الفهم, التخيل و التعاون. لذلك يجب أن لا يكون هدفنا الرئيسي من استخدام تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء هو فقط تغيير البرمجيات المستخدمة في الصناعة بل تحسين العمليات السابقة و التي تضمن تحسين إنتاجية الصناعة (Kymmell, 2008, p. 3).

1.1.6 إنتاجية صناعة التشييد:

إن قلة إنتاجية صناعة التشييد كانت السبب لكثير من الدراسات و التي ركزت على الطرق الممكنة من أجل زيادة الأداء. كما يظهر الشكل (I.1) فإن إنتاجية الصناعة قد انخفضت خلال الخمسة عقود الماضية و ذلك على العكس من عدة صناعات أخرى شهدت زيادة في الإنتاجية خلال نفس الفترة.



الشكل (1.1) إنتاجية صناعة التشييد حتى عام 2000 و يلاحظ أنها انخفضت بمقدار ثمانين بالمائة مما كانت عليه في عام 1964 (Kymmell, 2008, p. 6).

حتى وقت قريب اعتمدت صناعة التشييد و بشكل كامل على طريقة الإنتاج التقليدي في إدارة

المشاريع. المشكلة الأساسية في هذه الطريقة هي عدم إدارة العمليات التي لا تصنف قيمة

مباشرة للزبون أو حتى قد تكون سبباً غير مباشر في الهدر. لذلك هناك الكثير من الهدر و الضياع

في صناعة التشييد كما يظهر الجدول (I.1).

الجدول (1.1): الهدر في صناعة التشييد.

Waste	Cost	Country
Quality costs (non-conformance)	12% of total project costs	USA
External quality cost (during facility use)	4% of total project costs	Sweden
Lack of constructibility	6-10% of total project cost	USA
Poor materials management	10-12% of labor costs	USA
Excess consumption of materials on site	10% on average	Sweden
Lack of safety	6% of total project costs	USA
Working time used for non-value adding activities on USA site	Appr. 2/3 of total time	USA

Note. A systemic view of waste in the american and sweden construction industry through the nineties. Adapted from "Lean Construction" by Alarcon. (1997), Taylor & Francis, p. 6.

على الرغم من أن الجدول السابق لا يمثل الهدر في الصناعة المحلية ولكن يمكن أن يزودنا بفكرة عن مقدار الهدر المتوقع فيها. إن موضوع تحديد حجم الهدر بشكل دقيق لا يعني الكثير من الناحية العملية لأن طريقة الإنتاج السلس بالأصل تسعى إلى حذف أكبر قدر ممكن من الهدر و بشكل مستمر. هنا نستعرض تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء على أنها وسيط تغيير لطريقة الإنتاج من الشكل التقليدي إلى الشكل السلس و فكرة مراحل توظيف هذه التكنولوجيا توضح مراحل هذا التغيير .

1.1.7 مراحل تطبيق تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء:

بحسب (Succar, 2009, p. 357) الكثير من الباحثين ينظرون إلى تكنولوجيا معلومات البناء على أنها وسيط للتغيير و أنها من المفترض أن تقلل من تجزئة صناعة التشييد و تحسن من أدائها و إنتاجيتها. بنفس الوقت البيانات التي جمعت من قبل (Wharton management school) في عام

1996 أظهرت فجوة بين المتوقع من تطبيق تكنولوجيا المعلومات و بين ما يحدث على الأرض.

المتوقع من تكنولوجيا المعلومات الكثير من العائد و لكن ما يعود من التطبيق أقل بكثير من

المتوقع. بحسب (Cameron & Green, 2009, p. 281) قدرة تكنولوجيا المعلومات على تحسين

الإنتاجية و الأداء بشكل كبير مرتبط بشكل مباشر مع قدرتنا على توظيف هذه التكنولوجيا بشكل

فعال. حيث أن التوظيف الفعال لتكنولوجيا المعلومات لا يعنى فقط أتمته العمليات الموحدة

أصلاً ولكن يعنى إعادة صياغة و ترتيب العمليات بالشكل الذي يضمن زيادة الإنتاجية (Cameron

& Green, 2009, p. 296). بمعنى آخر استخدام تكنولوجيا المعلومات كوسيط من أجل إدراج

عمليات أكثر إنتاجية و هذا يعنى تفعيل ممارسات جديدة عند الكادر البشري تؤدي إلى زيادة

الإنتاجية.

هذا الفهم يتسق مع مفهوم مراحل تطبيق تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء الموضحة في

الشكل (1.2). حيث تبدأ من المرحلة صفر و هي المرحلة التي تكون فيها التكنولوجيا غير مطبقة

و التكنولوجيا التقليدية التي تفتقر إلى التوافقية و تعتمد على التمثيل الثنائي البعد هي المطبقة.

مع كل مرحلة جديدة يرافقها ممارسات و عمليات تستند في تنفيذها على تطبيق التكنولوجيا

الجديدة و تزداد نسبة العمليات المتزامنة حتى نصل في آخر مرحلة إلى نسبة كبيرة من التزامن

بين عمليات البناء و خلال كل أطوار حياة البناء حيث تصبح المعطيات اللازمة من أجل التصميم

و البناء تستمد من مرحلة الاستثمار نفسها. عند هذه المرحلة نصل إلى حالة التطبيق للطريقة

التشييد السلس.



الشكل (1.2): مراحل تطبيق تكنولوجيا نموذج معلومات البناء.

Note. Adapted from "Building information modeling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders" by Succar, B. (2009), *Automation in Construction*, 18 (3), p. 368.

1.1.8 المرحلة الأولى أو مرحلة النمذجة (Modeling):

في هذه المرحلة تكون التغييرات بسيطة و يكون التعاون و التواصل بين أطراف المشروع مشابهاً لما كان في المرحلة صفر. الفارق الرئيسي هو بدلاً من استخدام البرمجيات التقليدية تستخدم البرمجيات المعتمدة على تكنولوجيا (3D Parametric) مثل برنامج (Revit) و غيره من البرامج التي تستخدم لإنشاء نموذج معلومات البناء ذو بعد واحد هو البعد الهندسي. حيث يحوي على معلومات متعلقة بالتصميم المعماري أو الإنشائي أو الميكانيكي. الاستخدام الأساسي لهذا النموذج هو توليد الرسومات الثنائية البعد التقليدية للبناء. يمكن أيضاً استخدام النموذج في استخراج المعلومات المتعلقة بالكميات مثل عدد الأبواب أو كمية البيتون المطلوبة. لكن كل الأمور الأخرى و المتعلقة مثلاً بإدارة المخاطرة أو العقود تستمر كالسابق (Succar, 2009, p. 364).

1.1.9 المرحلة الثانية أو مرحلة التعاون (Collaboration):

يكون التعاون هو السمة الرئيسة في المرحلة الثانية. فبعد بناء النماذج المتعلقة بكل اختصاص تبدأ هذه النماذج بالتواصل مع بعضها البعض من خلال تبادل المعلومات. التعاون يمكن أن

يحدث بين مجموعة من الاختصاصات ضمن طور واحد من حياة البناء أو خلال عده أطوار. كمثل على الحالة الأولى هو تبادل المعلومات بين اختصاصي العمارة و المدني في مرحلة التصميم. أما المثل عن الحالة الثانية هو تبادل المعلومات بين برنامج (Revit) أو بالأحرى نموذج معلومات البناء و برامج أخرى يتعلق بإدارة المشاريع مثل (Primavera or MS Project) هي تكون في هذه الحالة في مرحلة التشييد للبناء. هذا النوع من تبادل المعلومات يعنى أن نموذج معلومات البناء يحوي على معلومات إضافية غير الخاصة بصفاته الهندسية أي أن النموذج أنتقل من كونه ثلاثي البعد إلى نموذج رباعي أو خماسي البعد حيث يمثل البعد الرابع الوقت و البعد الخامس هو الكلفة. رغم أن درجة التعاون ارتفعت ولكن هذا التعاون لا يحدث بشكل آني حيث أن الاختصاصات ما تزال محددة و غير موحدة بشكل كامل.

1.1.10 المرحلة الثالثة أو مرحلة التكامل (Integration):

في هذه المرحلة يكون المتوقع هو بناء نموذج معلومات متعدد الأبعاد و يسمح بتبادل المعلومات بالاتجاهين و بين كل الأطراف. بالإضافة إلى ذلك يحدث في هذه المرحلة تراكم كبير بين كل مراحل حياة المشروع. طبعاً مثل هذا النموذج ينشئ و يطور عن طريق حدوث تعاون شامل بين كل أطراف المشروع و في هذه المرحلة يكون وجد مخدم أمر ضروري. هذا النموذج يسمح بإجراء الكثير من التحليل على البناء و في وقت مبكر من مرحلة التصميم. يوجد مثل هذه الإمكانيّة فإن ذلك يجعل من تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء أداة محاكاة قيمة جداً وعند هذه المرحلة يمكن أن توظف هذه التكنولوجيا بشكل فعال يساهم في دعم مبادئ

التشييد السلس (Succar, 2009, p. 365).

1.1.11 العلاقة بين التشييد السلس وتكنولوجيا نمذجة معلومات البناء:

من العرض السابق لمراحل تطبيق هذه التكنولوجيا تبين أنه عند المرحلة الأخيرة يمكن توظيف

هذه التكنولوجيا في دعم مفاهيم و مبادئ التشييد السلس. هذا يحدث من خلال توظيف

التكنولوجيا كأداة محاكاة متطورة. خلال المرحلتين الأولى و الثانية يمكن لبعض ممارسات

الإنتاج السلس أن تطبق مثل موضوع الإدارة المرئية و بالتحديد ألواح الكانبان (Kanban

Boards). كما أن التعاون الحاصل في المرحلة الثانية يسهم في تخفيف الهدر. طبعاً مثل هذه

الممارسات لا تشكل إلا جزء صغير من طريقة التشييد السلس.

بحسب (Mann, 2005, p. 4,5) إنه من السهل تطبيق مثل الممارسات السابقة و المتعلقة بشكل

مباشر بعمليات الإنتاج أو البناء. حتى الممارسات المتقدمة ذات نفس الطبيعة تكون سهلة

التطبيق نسبياً إذا ما قورنت بالمواضيع التي تتعلق تطوير الكادر البشري و تغير ثقافته عمله. حيث

الممارسات من النوع الأول لا تشكل سوى 20% من التطبيق الكامل و الفعال لمبادئ الإنتاج

السلس في حين أن النوع الثاني هو الأساس الذي يستند عليه كل تطبيق ناجح. حسب (Mann)

هذا الجزء من الإنتاج السلس هو ثقافة الإنتاج السلس و هي العامل الرئيسي في أي تطبيق

يؤدي إلى رفع الإنتاجية بشكل كبير. انطلاقاً من هذه الملاحظة يجب أن يركز التوظيف الفعال

لتكنولوجيا نمذجة معلومات البناء على إيجاد مثل هذه الثقافة.

1.2 مشكلة البحث:

بالمقارنة مع باقي الصناعات عانت صناعة التشييد من انخفاض في الإنتاجية . إن طريقة التشييد

السلس تعد بزيادة الإنتاجية بشكل كبير. لكن كثير من محاولات تطبيق هذه الطريقة لم تصل

إلى النتيجة المرجوة و تم عزو ذلك إلى أمور خاصة تتعلق بطبيعة الصناعة. و حسب (Mann,

2005, p. 4,5) و على الرغم من أن مبادئ الإنتاج السلس تبدو بسيطة و سهلة لكن عند التطبيق

لا يتم تحقيق الزيادة في الإنتاجية المتوقعة و السبب هو عدم و جود ثقافة الإنتاج السلس لدى

الكادر البشري العامل.

في نفس الوقت فإن التوظيف الفعال لتكنولوجيا نمذجة معلومات البناء لا تعني فقط أتمته ما

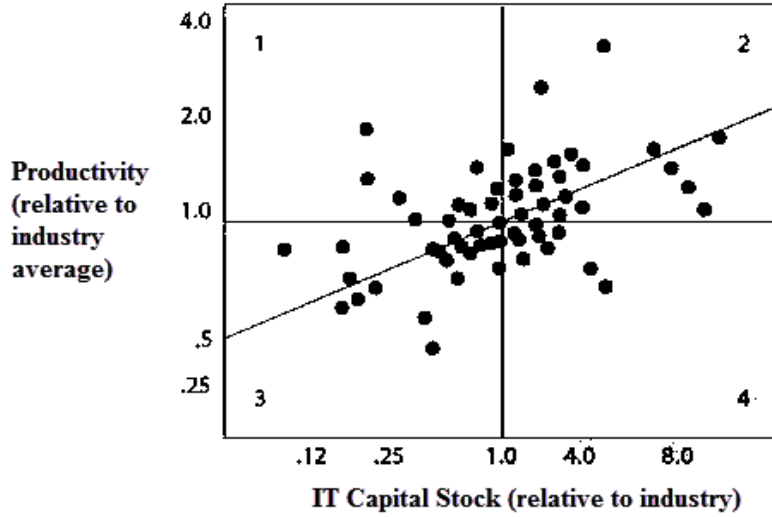
هو موجد بالأصل. و لكن تعني تطبيق ممارسات عمل جديدة تستند على نموذج معلومات البناء

و تكون هي السبب في رفع الإنتاجية. في ضوء ما سبق يتبين أن استخدام تكنولوجيا نمذجة

معلومات البناء بشكل فعال يعني استخدامها كوسيط للانتقال نحو التشييد السلس. كما يبين

الشكل (1.3) فإن النتائج المتوقعة من استخدام إي تكنولوجيا للمعلومات ترتبط بشكل مباشر

بطريقة التوظيف الفعال لها.



الشكل (1.3): التفاوت في عائد الاستثمار في تكنولوجيا المعلومات.

Adopted from "Management information systems: managing the digital firm 9th ed" by Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2006), Pearson/Prentice Hall.

يوضح الشكل السابق أن الاستثمار في تكنولوجيا المعلومات وحده غير كافي من أجل تحقيق

عائد إنتاجية كبير إلا إذا ترافق هذا الاستثمار مع استثمارات أخرى رديفة الهدف منها هو تغير

ممارسات العمل الفعلية و أنماط التصرف لدى الكادر البشري و ثقافة العمل (Laudon &

Laudon, 2006). في ضوء ما سبق فإن عملية توظيف تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء من

أجل دعم مبادئ الإنتاج السلس هو توظيف مهم.

توظيف تكنولوجيا المعلومات بهذا الشكل لا يعني أن هنالك طريقة معينة يجب اتباعها بل يقيد

بوجود عدة طرق ممكنة و حسب (Jonker & Pennink, 2010, p. 11) في هذا النوع من

المشاكل عندما لا يكون الفعل الذي نريد عمله واضح منذ البداية و يمكن أن يتغير مع التقدم

بالعمل فإن أفضل طريقة كما ذكرنا في كتابهما (The Essence of Research Methodology)

لمعالجة الموضوع هي طريقة البحث النوعية (Jonker & Pennink, 2010, p. 77).

1.3 منهجية البحث:

طبعا ليس هنالك طريقة أفضل من طريقة في البحث العلمي و لكن حسب (Silverman &

Marvsti, 2008, p. 10) فإنه بجانب طبيعة سؤال البحث منظور البحث يلعب دوراً هاماً في

تحديد الطريقة. المنظور يحدد كيف نرى الواقع و يحدد المفاهيم المستخدمة لتوصيفه. فالمنظور

الموضوعي الذي يسيطر على كثير من الأبحاث في مجال تكنولوجيا المعلومات (Crook,

Rooke, & Seymour, 1996) ينظر إلى الواقع بمنظور أن كل دخل له خرج معين و هذا المنظور

ضروري في عمليات إنتاج أنطمة المعلومات في ضوء حاجات معينة.

مشكلة هذا البحث ليست تصميم برنامج معين حيث يوجد الآن الكثير من البرامج المتعلقة

بتكنولوجيا نمذجة معلومات البناء و التي تناسب أغلب الحاجات التي يمكن أن تتطلب. كنا أن

هنالك دراسات كبيرة تمت على مدى فعالية هذه البرامج. مشكلة هذا البحث لا تتعلق بإثبات

مدى فعالية برنامج مقارنة ببرنامج آخر و لكن بطريقة توظيف البرامج الموجودة أصلاً من أجل

تحقيق أكبر استفادة منها.

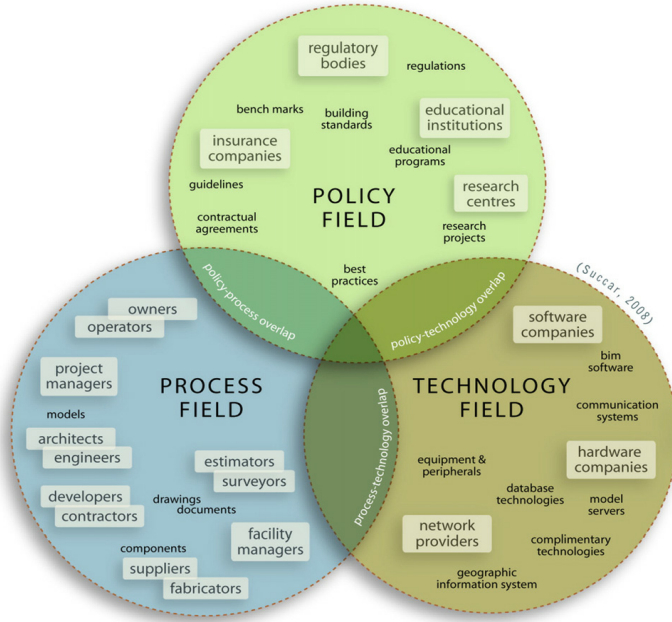
بحسب (Crook, Rooke, & Seymour, 1996, p. 133) أن منظور البحث العلمي النسبي هو أكثر

ملائمة لمواضيع توظيف تكنولوجيا المعلومات في صناعة التشييد . حيث أنه يسمح بالتركيز على

كل من الجانب التقني و الإنساني لتكنولوجيا المعلومات كما يبين الشكل (I.4) كما أن هذا

المنظور يسمح بمراعاة الأمور الـرديفة التي يجب عملها من أجل تحقيق أقصى استفادة ممكنة

من هذه التكنولوجيا.



الشكل (1.4): التداخل في الأمور المتعلقة بتكنولوجيا نموذج معلومات البناء.

Adapted from "Building information modeling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders" by Succar, B. (2009), Automation in Construction, 18 (3), p. 361.

من الناحية العملية فإن المنظور النسبي يرتبط بشكل مباشر بطرق البحث النوعية و احد أهم

الأمور المتعلقة بهذه الطرق أنها تسمح بتغير اتجاه البحث و ذلك حسب المعطيات و المستجدات

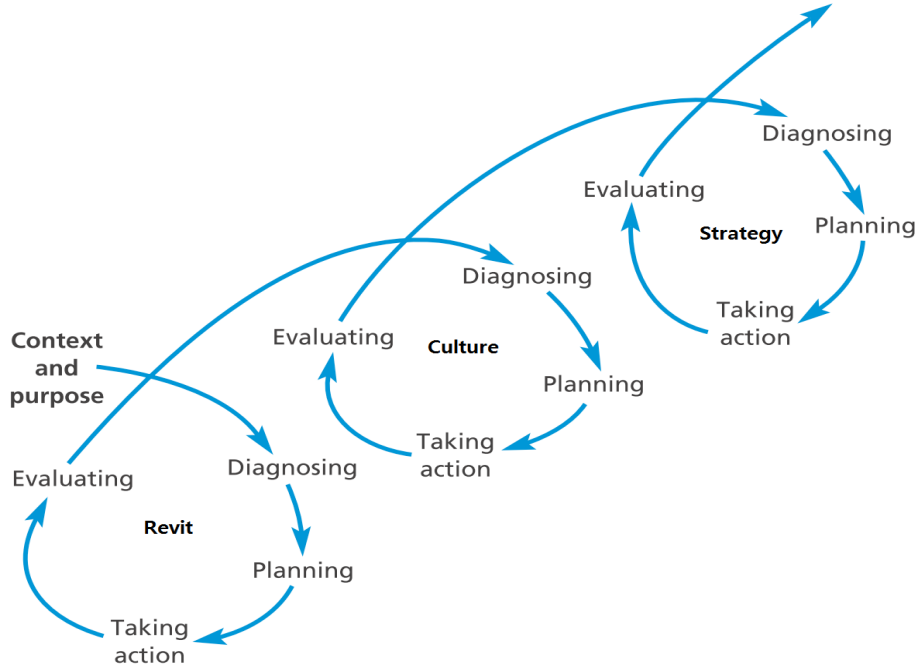
الناتجة عن عملية التحليل. طبعاً هذا التغير لا يأتي من الفراغ و لكن ينتج عن التفاعل بين

النظريات و المفاهيم و المعطيات المتعلقة بالبحث (Silverman & Marvasti, 2008, p. 106). و

يعد البحث العملي (Action Research) من أهم الأمثلة التي تتطابق الوصف السابق. حيث يبين

الشكل (1.5) أن هذا البحث هو عبارة عن عملية دورية من التشخيص, التخطيط, الفعل, و

التقييم (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009, p. 147).



الشكل (1.5): دورات البحث العملي

Adapted from "Research Methods for Business Students", by Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A., 2009, Copyright 2009 by Pearson Education.

كما يبين الشكل السابق فإن كل دورة من دورات البحث تبنى على الدورة السابقة. كل دورة تعيد تعريف الواقع للدورة التالية و تعيد تفسيره و تحديد حدوده. في ضوء التفسير الجديد تظهر فرص جديدة و بالتالي يعد لدورة جديدة من البحث. هذه الطبيعة الدورية للبحث تجعل منه طريقة مناسبة من أجل التعامل مع مشكلة بحثنا. حيث قمنا بعمل ثلاثة دورات من البحث من أجل معرفة أفضل ما يمكن فعله من أجل توظيف تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء لدعم مبادئ الإنتاج السلس في صناعة التشييد المحلية.

1.3.1 دورة البحث العملي الأولى:

1.3.1.1 مرحلة التشخيص:

سبق ملاحظة ان صناعة التشييد تعاني من انخفاض في الإنتاجية. وأن التشييد السلس و تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء يمكن أن تشكل حل لهذه المشكلة. و لكي نحدد صحة هذه الملاحظة قررنا في الدورة الأولى أن نقوم بدراسة مشروع قديم باستخدام تكنولوجيا نموذج معلومات البناء و مقارنة الدراسة مع الدراسة السابقة و تحديد الفرق الذي نتج من استخدامنا لهذه التكنولوجيا الجديدة.

1.3.1.2 مرحلة التخطيط:

بعد دراسة المشروع باستخدام تكنولوجيا نموذج معلومات البناء سنقوم بتحديد الفرق الناتج من حيث التوفير في الموارد. فعلى سبيل المثال سنقوم بحساب كمية الوقت التي وفرت لإنتاج رسومات البناء.

1.3.1.3 مرحلة الفعل:

قمنا بجمع عدة مشاريع تما دراستها مسبقاً و خلال عملية الجمع تبين أن معظم المشاريع لم تستخدم تكنولوجيا المعلومات الحالية (CAD) بشكل فعال بل كان هناك الكثير من الممارسات السلبية و الخاطئة المتعلقة بالاستخدام. من الأمور التي لوحظت أن معظم تبادل المعلومات بين البرمجيات يتم بشكل يدوي و في معظم الحالات يتم إدخال المعلومات من جديد.

1.3.1.4 مرحلة التقييم:

من الواضح أن توظيف تكنولوجيا المعلومات (CAD) لم يكن بشكل فعال و هذا الأمر لن يسمح بإجراء مقارنة مفيدة بين كل من تكنولوجيا (CAD) و تكنولوجيا نموذج معلومات البناء. الهدف الأساسي هو ليس استخدامنا لبرمجيات جديدة لكن الهدف الأساسي هو تمكيني مفاهيم الإنتاج السلس في صناعة التشييد المحلية و هذا ما يعود على الصناعة بالإنتاجية العالية (Alarcon, 1997, p. xi). لمعرفة السبب الذي لم يسمح لتكنولوجيا المعلومات (CAD) قررنا عمل دورة بحث عملي أخرى.

1.3.2 دورة البحث العملي الثانية:

1.3.2.1 التشخيص:

دورة بحث جديدة بدأت من أجل تحديد السبب وراء عدم توظيف تكنولوجيا المعلومات () بشكل فعال. لمعرفة فيما إذا كان السبب هو عدم الربط بين تكنولوجيا المعلومات و الإنتاجية و الفعالية هو السبب في عدم الاستفادة القصوى من البرمجيات الحالية المستعملة في الصناعة المحلية. نقصد بالفعالية هنا هو ضبط الهدر و تحسين العمليات التي ينتج عنها قيمة مباشرة للزبون النهائي.

1.3.2.2 التخطيط:

كبداية مناسبة يمكن لنا أن نقوم بفهم طريقة تفسير أطراف المشروع للبناء الفعال. لتنفيذ هذا الغرض قمنا بتصميم استبيان لمعرفة كيف يفهم أطراف المشروع لموضوع متطلبات البناء و

كيف تنعكس على أداء البناء بما يخدم الساكن لهذا البناء و ليس فقط فهم أطراف المشروع

للقوانين الناظمة لعملية البناء و تصميمه و اللازمة من أجل أتمام عمليات ترخيصه (Derek

.(Osbourn & Roger Greeno, 2006, pp. 4–7).

1.3.2.3 **العمل:**

قمنا بتصميم أكثر من استبيان لكل من قاطني البناء و الأطراف الأخرى في مشروع البناء و في

أغلب الحالات كنا نواجه صعوبة في شرح علاقة التصميم بموضوع أداء البناء بما يخدم حياة

أفضل لساكنه. محاولات كثيرة فعلت من أجل تبسط الاستبيان و الموضوع و لكن بسبب طبيعة

البناء المعقدة لم نستطيع الوصول إلى استبيان متوازن. لكن هذه المحاولات سلطت الضوء

على حقيقة أساسية هي أن البناء هو منتج معقد و هذا الأمر يؤثر على موضوع توظيف

تكنولوجيا المعلومات بشكل فعال في صناعة التشييد.

1.3.2.4 **التقييم:**

على الرغم من أن الاستبيان لم يصل إلى نهايته لكن موضع العلاقة بين توظيف تكنولوجيا

المعلومات و درجة تعقيد المنتج النهائي لعملية التشييد ظهر كعامل مؤثر و أكد ذلك أدبيات في

صناعة التشييد و تكنولوجيا المعلومات. حسب (Kymmell, 2008, pp. 1–4) فإن درجة التعقيد

لكل من منتج صناعة التشييد أي البناء و عمليات التشييد نفسها يشكل تحدي كبير في وجه

مختلف أطراف مشروع التشييد من مصممين و ملاك و مقاولين و ذلك لتحقيق درجة عالية من

الكفاءة و بنفس الوقت الربح. فجعل مشاريع التشييد ذات كفاءة عالية و بنفس الوقت تحقيق

ربح من هذه المشاريع يحتاج إلى تنسيق عالي بين معظم أطراف المشروع و يحتاج أيضاً إلى

أن يمتلك أطراف المشروع درجة عالية من المهارات المختلفة. حسب (Kymmell, 2008, pp. 1–)

4) الجهود التي يجب أن تبذل من أجل توظيف تكنولوجيا نموذج معلومات البناء بشكل فعال

يجب أن تركز على تنسيق الطيف الواسع و المعقد من التفاعل البشري الموجود في كل

مشروع. بمعنى آخر لا يمكننا الاستفادة القصوى من تكنولوجيا نموذج معلومات البناء إلا إذا

وظفت بشكل يسمح لها من تحسين الأمور الأساسية الأربعة التي يقوم عليها إي تفاعل إنساني

و هي التواصل و التخيل و التعاون و الفهم.

حسب (Kymmell, 2008) فإن الأمور الأربعة السابقة مرتبطة بشكل عضوي مع بعضها البعض.

فإي تحسن يحدث لواحد منها ينعكس تحسن على كل الأمور الأخرى. هذا يعني إن توظيف

تكنولوجيا نموذج معلومات البناء بشكل يحسن من فهم أطراف المشروع لمواضيع القيمة و

الهدر في البناء سيؤدي في النهاية إلى تحسين الاعتماد عليها من أجل تحقيق تعاون و تواصل

أفضل في ضوء مبادئ الإنتاج السلس بما أن تكنولوجيا نموذج معلومات البناء في الأساس هو

مبني على فكرة تحسين التواصل و التعاون بين أطراف المشروع فهذا يعني في النهاية أن

التوظيف الأولي أدى إلى استخدام أفضل للتكنولوجيا.

1.3.3 دورة البحث العملي الثالثة:

1.3.3.1 مرحلة التشخيص:

في ضوء دورات البحث السابقة نحتاج إلى إعادة تحديد مفاهيم بحثنا. حيث تبين أن التطبيق

الناجح لطريقة الإنتاج السلس في صناعة التشييد المحلية و الذي يضمن زيادة الإنتاجية بشكل كبير يحتاج إلى وجود نوع من الثقافة لدى الكادر البشري و بحسب (Mann, 2005, p. 3,4) فإن ثقافة العمل تمثل مجموع كل العادات و الممارسات لدى الكادر البشري و المرتبطة بالطريقة التي ينفذون فيها مهامهم. مما يعنى أن جميع أطراف المشروع يجب أن تعتبر أن الزبون هو الأساس كما أن حاجته تأتي في المقام الأول , أن الجميع يجب أن يتعاون من أجل تقليل الهدر و تحقيق أكبر قيمة ممكنة للزبون.

كما لاحظنا أيضاً أن أفضل توظيف لتكنولوجيا نموذج معلومات البناء تكون باستخدامها من أجل تحسين فهم و تخيل أطراف المشروع للهدر و القيمة في البناء. حيث أن البناء هو منتج معقد و القيمة تكون غير ظاهرة بشكل مباشر و لكن في أغلب الأحيان تكون مطمورة في تفاصيل التصميم. و هذا يعنى أن توظيف تكنولوجيا المعلومات من أجل أظهارها و جعلها متخيلة من قبل أطراف المشروع يجب أن يكون محل تركيز جهود عملية التوظيف حيث يسمح ذلك بنقس الوقت باستخدام تكنولوجيا المعلومات بشكل أفضل.

1.3.3.2 مرحلة التخطيط:

عند هذه المرحلة لم يعد فهمنا لتكنولوجيا نموذج معلومات البناء أنها فقط مجرد برمجيات جديدة. توظيف هذه التكنولوجيا بشكل يدعم مبادئ الإنتاج السلس يعنى توظيفها بشكل يؤدي إلى ثقافة جديدة, و ممارسات و سياسات و أمور عديدة أخرى جديدة كما يوضح الشكل (I.4). مما يعنى أننا نتعامل مع واقع متعدد الأوجه و بحسب (Burns, 2007, p. 1) أحد أفضل الطرق

من أجل التعامل مع هذا الواقع يكون من خلال تطوير استراتيجية واسعة التأثير تمكنا من إحداث التغيير المطلوب ضمن هذا الواقع.

بالإضافة لما سبق الكثير من الأدبيات تركز على طريقة التفكير المتعدد كوسيلة فعالة من أجل التعامل مع مثل هذه التعقيدات. خلال الخمسين سنة الماضية تطور هذا التفكير على ثلاثة مراحل. في المرحلة الأولى ينظر إلى النظام على أساس أنه شيء فيزيائي محدد يتكون من أمور مرتبطة مع بعضها البعض و يسعى إلى تحقيق هدف معين (Burns, 2007, p. 7) و هذا المفهوم ينطبق على البناء حيث يمكن عده نظام يسعى إلى تحقيق راحة و صحة قاطنه (LAST7group & Reed, 2009, p. xiii,15).

المرحلة الثانية تحدد الأولى و اعتبرت النظام على أنه نظام اجتماعي متمثل بالمعاني و الأفكار التي يحملها الناس حول والواقع. ضمن هذا المنظور يمكن أن نعتبر أن صناعة التشييد المحلية هي نظام و أن مفاهيم مثل الربح و السمعة و المال و السلطة و غيرها كلها معاني في النظام. أما المرحلة الثالثة لم تحدث تغييراً كبيراً و لكنها ركزت على مواضيع القوة و السلطة و أثرها على النظام.بالإضافة إلى التركيز على تشابك العلاقات في النظام تركز المرحلة الثانية و الثالثة على المعاني التي يقوم الناس بإنشائها. على الرغم من كون النظام بهذا الشكل هو شيء تميلي للواقع إلا إنه يساعد كثيراً في فهمه. بحسب (Burns, 2007, p. 7) النظام هو طريقة للتفكير تساعدنا على فهم ما يعنيه الواقع لكل الأطراف. بحسب (Jonker & Pennink,

6 (2010, p. 6) فإن المشكلة هي دومًا تكون في فهمنا لهذا الواقع و في طريقة تفسيرنا له.

انطلاقًا من ذلك يكون أحد أهداف هذا البحث هو تطوير تصور جديد لصناعة الإنشاء المحلية يرتكز على مبادئ الإنتاج السلس حيث يكون فهم البناء على انه نظام هدفه الأساسي هو راحة و صحة القاطن هو التصور السائد. من هنا فإن العمل على تطوير استراتيجية من أجل توظيف تكنولوجيا نموذج معلومات البناء بشكل فعال هو أمر مهم. حيث تقوم الاستراتيجية على تحسين فهم و تصور الهدر و القيمة في البناء مما يؤدي بدوره إلى زيادة استخدام نموذج معلومات البناء بشكل أكبر لزيادة التعاون و التواصل بين أطراف المشروع.

1.3.3.3 مرحلة الفعل:

الاستراتيجية هي ليست خطة مفصلة أو مجموعة محددة من الأعمال التي يجب أن تنفذ. إنها ليست قائمة بالأعمال لتتبع. الاستراتيجية عبارة عن شكل عام يعطي التوافق و التوجه لكل الأعمال و القرارات التي يقوم الكادر البشري بها (Grant, 2010, p. 4). الشكل العام في حالتنا يمثل بمفهومين طور من خلال هذا البحث هما نموذج التشييد السلس (Lean Model) و معامل التشييد السلس (Lean Ratio).

1.3.3.4 مرحلة التقييم:

من الواضح أن عملية تقييم استراتيجية ليست بالأمر السهل و البسيط. فهي تعنى عمليًا هل من المفيد الاستثمار في هذه الاستراتيجية. أي هل يمكن في حال الاعتماد على هذه الاستراتيجية أن نصل إلى الهدف المطلوب و هو أن نمكن مبادئ التشييد السلس في صناعة التشييد

المحلية؟ الفصل الثالث من هذا البحث سيهتم بطريقة تحقيق الاستراتيجية و اختبارها.

1.3.4 نموذج التشييد السلس (Lean Model):

في ضوء المشكلة التي يحاول هذا البحث حلها، نموذج الإنتاج السلس مسؤول عن تطوير فهم الهدر و القيمة لدى كل أطراف مشروع التشييد. بشكل أساسي نموذج التشييد السلس عبارة عن مجموعة من التحليلات التي تهدف إلى تحديد مقدار القيمة و الهدر في تصميم البناء. كل تحليل يقوم بقياس قيمة ما للزبون في التصميم بشكل كمي ثم في النهاية نجمع هذه التقديرات مع بعضها البعض للتعبير عن القيمة و الهدر الموجود في التصميم.

البحث بحد ذاته ليس حول هذه التحاليل بحد ذاتها. البحث يهتم بشكل أساسي بمعرفة فيما إذا كان مفهوم نموذج التشييد السلس كجزء من استراتيجية توظيف تكنولوجيا نموذج معلومات البناء قادر على تمكين مبادئ الإنتاج السلس بين أطراف مشاريع التشييد المحلية.

من خلال التعبير عن القيمة و الهدر بشكل تحليل معين فإن الأطراف المنتجة في مشروع البناء سيحدث لديها فهم و تصور أوضح لهما طبعاً و جود المفهوم ليس كافياً بحد ذاته ليحقق مبادئ التشييد السلس. لذلك فإن التصاميم ستقيم من خلال الدرجة التي ستحققها في كل تحليل.

فعلى سبيل المثال يمكن أن نقيم تصميم البناء حسب درجة ملائمته لحركة الأفراد أو حسب درجة توفيره للطاقة. بعد تحصيل كل التحليلات إن حصل التصميم على درجة 6 من 10 فإن ذلك يعني أن التصميم يقدم قيمة للزبون بمقدار 60% و يوجد هدر بشكل سوء تصميم بمقدار

40% حيث أن 100% يمثل الكمال الذي يجب على كل أطراف المشروع أن يسعوا له.

طبعاً التحليلات المختلفة تقدر القيمة و الهدر في مختلف أوجه التصميم و لكن لا تقدرها في عمليات التشييد و لتجاوز ذلك يمكن أن نغرض أن السعر المثالي هو السعر الذي يمكن أن ننفذ عنده التصميم السابق و الذي لا يوجد فيه أي هدر أو ضياع من أي نوع كان. بمقارنة هذا السعر بالسعر الحقيقي للبناء يمكن أن نحدد مقدار الهدر الحاصل خلال عملية التصميم و يمكن أن نحصله مع نتائج التحليلات السابقة.

إن الوصف السابق لنموذج التشييد السلس ممكن أن يستفيد من الكودات المتوفرة لتقييم التصميم و خصوصاً التي تركز على إظهار قيمة التصميم بالشكل الذي يهتم الزبون النهائي. ففي مجال التصميم الأخضر يمكن أن نعتمد على كود (LEED) لتقييم مدى كفاءة التصميم بما يخص موضوع توفير في الطاقة. طبعاً تطبيق هذا المفهوم على بدون تكنولوجيا نموذج معلومات البناء سيكون أمر صعب و كثير التعقيد و لكن مع وجود هذه التكنولوجيا و استخدامها بشكل ناضج فإن هذا المفهوم سيؤدي إلى تمكين مفاهيم الإنتاج السلس و بنفس الوقت سيسهم بشكل غير مباشر في تعزيز الاستخدام الفعال لتكنولوجيا نموذج معلومات البناء. طبعاً هذا المفهوم وحيداً غير كافي لتوظيف تكنولوجيا معلومات البناء بشكل فعال في صناعة التشييد المحلية. نحتاج إلى مفهوم ثان لضمان عمل الاستراتيجية بشكل صحيح.

1.3.5 معامل التشييد السلس (Lean Ratio):

بعد تقدير القيمة و الهدر في مشروع التشييد بشكل كمي نلجأ إلى تبسيطها و إيصال مغزاها إلى الزبون النهائي بهدف تمكينه من اتخاذ القرار الصحيح الذي يضمن له أكبر مقدار من الفائدة مقابل المال المستثمر في المشروع. بعد تجميع كل نتائج تحليلات القيمة السابقة نقوم بربطها مع الفارق بين السعر المثالي و السعر الحقيقي و بعد هذا الربط يصبح لدينا قيمة واحدة تعبر بشكل واضح و صريح عن مقدار القيمة و الهدر في البناء. بعد معرفة الزبون لهذه القيمة سيتجه بشكل تلقائي إلى تحقيق أكبر قدر ممكن من القيمة مقابل ماله و سيضبط كل قراراته و تصرفاته حول هذه القيمة. حيث سيلجئ إلى المصمم و المقاول الذي يحقق له أكبر فائدة ضمن هذا التصور. هذا يعني أن الزبون بدء باستخدام السلطة التي يملكها و هي المال لتحريك أطراف المشروع باتجاه تحقيق مصالحه و التحسن بشكل مستمر في هذا الاتجاه ليقوا في دائرة المنافسة. هذا يعني أن عليهم الاعتماد على مبادئ التشييد السلس.

للتذكرة, هذا البحث ليس الهدف منه تطوير خوارزمية حساب القيمة أو الهدر أو حساب معامل التشييد السلس و لكن تطوير استراتيجية تمكن من التوظيف الفعال لتكنولوجيا نموذج معلومات البناء. و دور معامل الإنتاج السلس في هذه الاستراتيجية هو التحفيز على الاستمرار في عملية التحسن من خلال تمكين الزبون من اتخاذ القرارات الصحيحة التي توجه الأطراف المنتجة باتجاه استخدام أفضل لتكنولوجيا نموذج معلومات البناء في ضوء مبادئ التشييد السلس.

1.4 المساهمة المعرفية للبحث:

هنالك الكثير من مقاربات البحث النوعي و كل مقارنة تركز على جزء أو وجه من الحقيقة النسبية. بحسب (CAD) إن هذا الاختلاف يعبر عن طبيعة اهتمامنا بالواقع فيما إذا كنا نريد أن نقوم بتغييره أو أن نكتفي بوصفه. بمعنى آخر هل هدف البحث هو من النوع الذي يجب عن السؤال من النوع: ماهو الواقع الحالي؟ أو هدف البحث الإجابة على سؤال من النوع: كيف لنا أن نغير الواقع الحالي؟ دورة البحث العملي الثانية هي مثال جيد عن النوع الأول. حيث حاولت وصف الواقع من خلال معرفة لماذا لم يتم التوظيف الفعال لتكنولوجيا المعلومات (CAD). رغم أنها لا تشكل بحد ذاتها بحه كامل و لكن استطاعت أن تعطي شرح للواقع. حيث وصفت الواقع من حيث ضعف الفهم و التصور لمفاهيم القيمة و الضياع في البناء و حياته. لم تجب عن كيف لنا أن نتجاوز موضوع الضعف هذا عن طريق توظيف تكنولوجيا نموذج معلومات البناء حيث هذا النوع من الدراسات هو من النوع الثاني.

على العكس من النوع الأول، النوع الثاني يهتم بشكل مباشر بالطريقة التي يمكن لنا من خلالها تغيير الواقع المشكل من تفاعل الأطراف الفاعلة فيه. هدفه الأساسي هو فهم كيف تقوم هذه الأطراف بفهم الواقع عن طريق معرفة المفاهيم التي يستخدمونها بين بعضهم البعض (

Silverman & Marvasti, 2008, p. 16). دورة البحث العملي الثالثة تعد مثال جيد عن هذا النوع.

حيث أن اهتمامها الأساسي هو إعادة تشكيل فهم فهم الواقع لدى أطراف مشروع البناء في ضوء مفاهيم القيمة و الضياع. تسعى لذلك من خلال العمل على توظيف تكنولوجيا نموذج

معلومات البناء في تطوير مفهومي نموذج التشبيد السلس و معامل التشبيد السلس الذي يفترض أن يعيد التواصل و التعاون حول الواقع بضوء مبادئ التشبيد السلس. هذا النوع من البحث فيه مخاطرة حيث أنه يحاول التعامل مع شيء غير موجود بالوقت الحالي و يحاول أن يصفه. هذه المخاطرة تتعلق بالابتعاد عن لب الموضوع بحجة التركيز على طرق تشكيل الواقع (Silverman & Marvasti, 2008, pp. 16–19).

رغم أن الطريقة التقليدية في البحث قد لا تبرر هكذا مخاطرة و تفضل بحث أكثر هيكلية و وضوح و أكثر قرب من طرق البحث الكمي. لكن كدفاع عن أهمية النوع الثاني أنه لابد في النهاية من توظيف الدراسات العلمية التي يكون أغلبها من النوع الكمي حيث يكون أهتمامها فقط في توصيف الواقع و هذا يعني في سياق بحثنا هذا أن نوصف الممكن فقط من تكنولوجيا نموذج معلومات البناء و نفترض بشكل ضمني أن التوظيف الفعال هو تحصيل حاصل لها. يجب أن لا يفهم النقد الأخير للنوع الأول على أن هذا النوع من الدراسات غير مهم. بحسب (Silverman & Marvasti, 2008, p. 94) بعكس النوع الموضوعي من البحث و الذي يكون فيه اكتشاف مادة أو عملية جديدة عو المهم, النوع الثاني لا يهتم كثيراً بموضوع اكتشاف معلومات جديدة على الرغم من كون ذلك مهم في كل الحالات. لكن يهتم بالأساس النظري الذي يبنى عليه الواقع و الذي يشكل الفهم الذي يتم على أساسه تفسير الواقع. يجب أن ندرك أن كلا النوعين من البحث و طرق البحث مهمين و يكملان بعضهما البعض من أجل الحصول على المعرفة (Silverman & Marvasti, 2008, p. 57). هذا البحث يمكن أن يشكل انطلاقة لأبحاث

جديدة و يمكن عد ذلك كأحد فوائد هذا البحث. حيث تطوير استراتيجية من أجل توظيف تكنولوجيا المعلومات بشكل فعال في صناعة البناء قد تعود بالفائدة الكبيرة على إنتاجية هذه الصناعة. باختصار يمكن أن يشكل هذا البحث الخطوة الأولى في الطريق نحو إنتاجية أفضل لصناعة التشييد المحلية حيث يتعامل مع الصورة الكبيرة لمواضيع تكنولوجيا المعلومات و توظيف هذه التكنولوجيا. دراسات مستقبلية يمكن أن تركز على تطوير التفاصيل المتعلقة بهذه الاستراتيجية و كيفية نقلها إلى الواقع بشكل عملي.

1.5 أهداف البحث الرئيسية:

إن البحث في مواضيع الإدارة مميّز عن باقي المواضيع من حيث أن البحث يجب أن يكون ذو فائدة علمية و عملية بنفس الوقت. أي أنه يجب أن يوازن بين موضوعين هما العلاقة مع الواقع و بنفس الوقت العلاقة مع العلم. هذا يعني أن البحث يجب أن ينتج معرفة علمية صحيحة لدعم و حل المشاكل في الواقع العملي و بنفس الوقت يجب أن لا يتخلى عن دوره في إنتاج معرفة جديدة حتى لو لم تكن ذات قيمة تجارية و لكن يمكن أن يصبح لها قيمة كبيرة فيما بعد. هذا النوع من المعرفة يمكن أن يوظف في تطوير أدوات أو برمجيات جديدة أو بشكل أقل مباشرة يمكن أن يضيء على حلول جديدة للمشاكل في الواقع. في كلا الحالتين التركيز في إنتاج معرفة تتعلق بالواقع الإنساني و ظروفه يمكن أن يكون له دور اجتماعي كبير يفوق

المتوقع منه (Saunders et al., 2009, p. 6,7).

بحسب (Burke, 2007) فإن ضرورة التركيز على المواضيع الإنسانية في البحث العلمي هو أمر مهم جداً و خصوصاً المواضيع التي تتعلق بتبادل المعلومات بين الناس في بيئة متغيرة بشكل سريع و المنافسة فيها كبيرة. مثل هذا التركيز له أهمية كبيرة من حيث كونه يركز على سياقات مختلفة و على خلفيات و ثقافات متعددة مما يمكنه من تسهيل عملية التوظيف الفعال لتكنولوجيا المعلومات. بحسب (Carr, 2003) بدون هذا النوع من التوظيف فإن تكنولوجيا المعلومات تصبح غير ذات أهمية كبيرة بالنسبة للصناعة و تصبح مورد عادي و قد يشكل الاستثمار بها مخاطرة عدم يكون التوظيف خاطئ. بحسب (Crook, Rooke, and Seymour, 1996) هذه النظرة لتكنولوجيا المعلومات مناسبة بشكل كبير من أجل توظيف تكنولوجيا نموذج معلومات البناء في صناعة التشييد حيث تمكن من إعادة ترتيب و تنظيم العمليات الموجودة في هذه الصناعة لتصبح أكثر فعالية.

مثل هذا الاستخدام لتكنولوجيا نموذج معلومات البناء هو الهدف الرئيسي من هذا البحث. حيث يهدف البحث إلى تطوير استراتيجية توظيف لتكنولوجيا نموذج معلومات البناء بحيث يمكن هذا التوظيف الجديد من إعادة ترتيب عمليات التشييد في المشاريع في ضوء مبادئ التشييد السلس. تسعى هذه الاستراتيجية لتحقيق هذا الهدف من خلال توظيف تكنولوجيا نموذج معلومات البناء بطريقة تسمح بإحداث فهم و تصور أوضح لمواضيع القيمة و الضياع في الصناعة.

وضع هذه الاستراتيجية في العملي يتطلب استثمارات من جهات مختلفة ذات علاقة بصناعة

التشييد المحلية. في حالتنا يجب الاستثمار في تطوير مفهومي نموذج التشييد السلسو معامل التشييد السلس. مما يعنى إن هذين المفهومين يجب أن يكونا صحيحين و قادرين على تحقيق الهدف المطلوب منهما وهو الوصول بصناعة التشييد المحلية لمرحلة تطبق بها مبادئ التشييد السلس بشكل عملي من خلال توظيف موجه لتكنولوجيا نموذج معلومات البناء.

1.6 نطاق البحث و حدوده:

في ضوء الأهداف السابقة فإن المشكلة الأساسية للبحث هي تطوير مفهومي نموذج التشييد السلس و معامل التشييد السلس و ليس طرق أو خوارزميات حسابها. حيث الاهتمام الرئيسي للبحث في تحقيق درجة صحة المفهومين من حيث قدرتهما على تحقيق الغرض المنوط بهما. بكلام آخر التأكد من أن تطبيق المفهومين لتوضيح وزيادة فهم مواضيع القيمة و الضياع في صناعة الإنشاء سيسهم في تغير الصناعة بالاتجاه المطلوب.

الاتجاه المطلوب هو الوصول إلى المرحلة الثالثة من مراحل توظيف تكنولوجيا نموذج معلومات البناء و بنفس الوقت الوصول إلى تطبيق ناجح لمبادئ التشييد السلس. المقصود بالتطبيق الناجح لهذه المبادئ هو الوصول إلى ممارسات معينة بحد ذاتها و لكن هو إنشاء ثقافة التشييد السلس لدى أطراف مشروع التشييد وخصوصاً ثقافة التحسن المستمر لأنها هي العامل الأساسي الذي يضمن تحقيق إنتاجية عالية للصناعة. من المفترض أن إنشاء هذه الثقافة سيحث من خلال توظيف تكنولوجيا نموذج معلومات البناء على أساس أنه أداة محاكاة متطورة

تمكن من زيادة فهم و تصور مواضيع القيمة و الضياع في مشروع التشييد من خلال عمل تحليلات مبكرة في مرحلة التصميم. و هذا الفهم يجب أن ينقل إلى كل أطراف مشروع التشييد و خصوصاً الزبون النهائي.

1.7 هيكلية الرسالة:

تحتوي هذه الرسالة على خمسة فصول. الفصل الأول هو مقدمة عامة عن البحث و مشكلة البحث. التركيز الأساسي لهذا الفصل على دورات البحث العملي المنفذة و التي خلصت إلى الحاجة لتطوير استراتيجية توظيف لتكنولوجيا نموذج معلومات البناء بشكل فعال بما يناسب صناعة التشييد المحلية. لتحقيق ذلك قمنا بتطوير مفهومين أساسيين هما نموذج التشييد السلس و معامل التشييد السلس.

الفصل الثاني من الرسالة نقوم بمراجعة للأدبيات المتعلقة بموضعي تكنولوجيا نموذج معلومات البناء و موضوع طريقة الإنتاج السلس. الهدف الرئيسي من هذه المراجعة هو التعرف على العوامل التي تسهم بشكل أساسي في التطبيق الناجح لهما تعد هذه المراجعة كخطوة على طريق تحقيق استراتيجية التوظيف الفعال لتكنولوجيا المعلومات.

الفصل الثالث من الرسالة يهتم بالمنهجية العلمية التي ستستخدم من أجل تحقيق مدى فعالية استراتيجية التوظيف. و اعتمدنا في ذلك على طريقة النظرية المطمورة (Grounded Theory) كمنهجية علمية من أجل عملية التحقيق. و الفارق الرئيسي بين هذه المنهجية و باقي المنهجيات

أن خط البحث هو خط معكوس. حيث في الحالة العادية نبدأ من افتراض حول الواقع ثم نقوم بتحقيق هذا الافتراض عن طريق اختباره على الأرض. أما في حالة النظرية المطمورة فأننا نبدأ من ملاحظات على أرض الواقع ثم نتقل منها إلى توليد مفاهيم جديدة تسهم في فهم أفضل لهذا الواقع. كان مفهومين نموذج التشييد السلس و معامل التشييد السلس هو المفهومين المطورين. و حتى نتحقق من صحة هذين المفهومين و كيف لهما أن يغيرا الواقع اعتمدنا على موضوع جديد هو إمكانات الإنتاج السلس. أو ما يعرف في اللغة الإنكليزية (Lean Enabler for System Engineering) أو اختصاراً (LEfSE).

في الفصل الرابع من الرسالة كان الهدف الأساسي هو التحقق من قدرة الاستراتيجية على الوصول بالصناعة إلى مرحلة التشييد السلس و ذلك من خلال مناقشة مدى توافق مفهومين نموذج التشييد السلس و معامل التشييد السلس مع إمكانات طريقة الإنتاج السلس و كيف لهما أن يسهما في نقل مبادئ التشييد السلس إلى أرض الواقع.

الفصل الخامس من الرسالة هو ملخص مختصر عن البحث. بالإضافة إلى شرح عن التطبيقات الأخرى المختلفة التي يفيد هذا البحث فيها.

الفصل 2: الدراسة النظرية:

2.1 العلاقة بين الإنتاجية و تكنولوجيا المعلومات:

تعاين صناعة التشييد من انخفاض في الإنتاجية و الكثير من الدراسات تقترح تطبيق طريقة التشييد السلس في الصناعة من أجل التغلب على هذه المشكلة في الإنتاجية. في الوقت نفسه عانت صناعة الإنشاء من تكنولوجيا معلومات زادت من درجة تجزئة هذه الصناعة و تشتتها. مثل هذه الأنظمة المعلوماتية ليس فقط قد تعيق تطبيق مبادئ التشييد السلس و لكن تسبب نقص في إنتاجية الصناعة.

إن الربط بين الإنتاجية و تكنولوجيا المعلومات حاز على اهتمام كبير في الكثير من الدراسات. بحسب (Stiroh, 2001) الذي درس العلاقة بين الإنتاجية و مدى اعتماد الصناعة على تكنولوجيا المعلومات استنتج إن الصناعات التي التي يكون فيها الاعتماد على تكنولوجيا المعلومات كبير حققت زيادة في الإنتاجية بالقرارة بالصناعات التي يكون فيها الاعتماد على تكنولوجيا المعلومات قليل حتى أن الجدول (II.1) يظهر أن صناعة التشييد نقصت فيها الإنتاجية.

الجدول (2.1): متوسط الإنتاجية لعدة صناعات بين عامي 1977-2000

	Annual growth rate (percent)			Acceleration	
	1977-1995	1987-1995	1995-2000	1995-2000 less 1977-1995	1995-2000 less 1987-1995
Value-Added—Aggregate Measures					
Private industries (BEA)	0.92	1.03	1.92	1.00	0.89
Private industries (sector aggregate)	0.97	0.98	2.29	1.32	1.31
Gross Output—Aggregate Measures					
Private industries	NA	1.24	2.23	NA	0.99
Gross Output—Broad Sectors					
Agriculture, forestry, and fishing	1.38	0.58	-0.28	-1.66	-0.86
Mining	2.28	3.14	2.16	-0.12	-0.98
Construction	-1.23	-0.87	-1.65	-0.42	-0.78
Durable goods manufacturing	3.14	3.97	6.20	3.07	2.24
Nondurable goods manufacturing	1.64	1.48	2.72	1.07	1.24
Transportation and public utilities	NA	2.27	2.23	NA	-0.05
Wholesale trade	2.14	3.23	3.99	1.85	0.75
Retail trade	0.42	0.97	3.14	2.71	2.17
Finance, insurance, and real estate	NA	2.33	3.40	NA	1.07
Services	NA	0.40	1.05	NA	0.66

Adapted from "Information technology and the US productivity revival: what do the industry data say?," by Stiroh, K. J., 2002, *The American Economic Review*, 92, p. 1564.

يبين الجدول () أن صناعة التشييد من الصناعات التي لا تعتمد على تكنولوجيا المعلومات بشكل

مكثف و كبير. إن طبيعة صناعة التشييد قد تكون سبب أساسي في هذا الأمر و لكن بنفس

الوقت يجب أن ندرك أن تكنولوجيا المعلومات يمكن أن تشكل عامل أساسي و مهم في تجاوز

المشاكل المفروضة من هذه الطبيعة وهذا بالضبط ما يبحثه موضوع تكنولوجيا المعلومات في

صناعة التشييد (Construction Information Technology) أو اختصاراً (ITC).

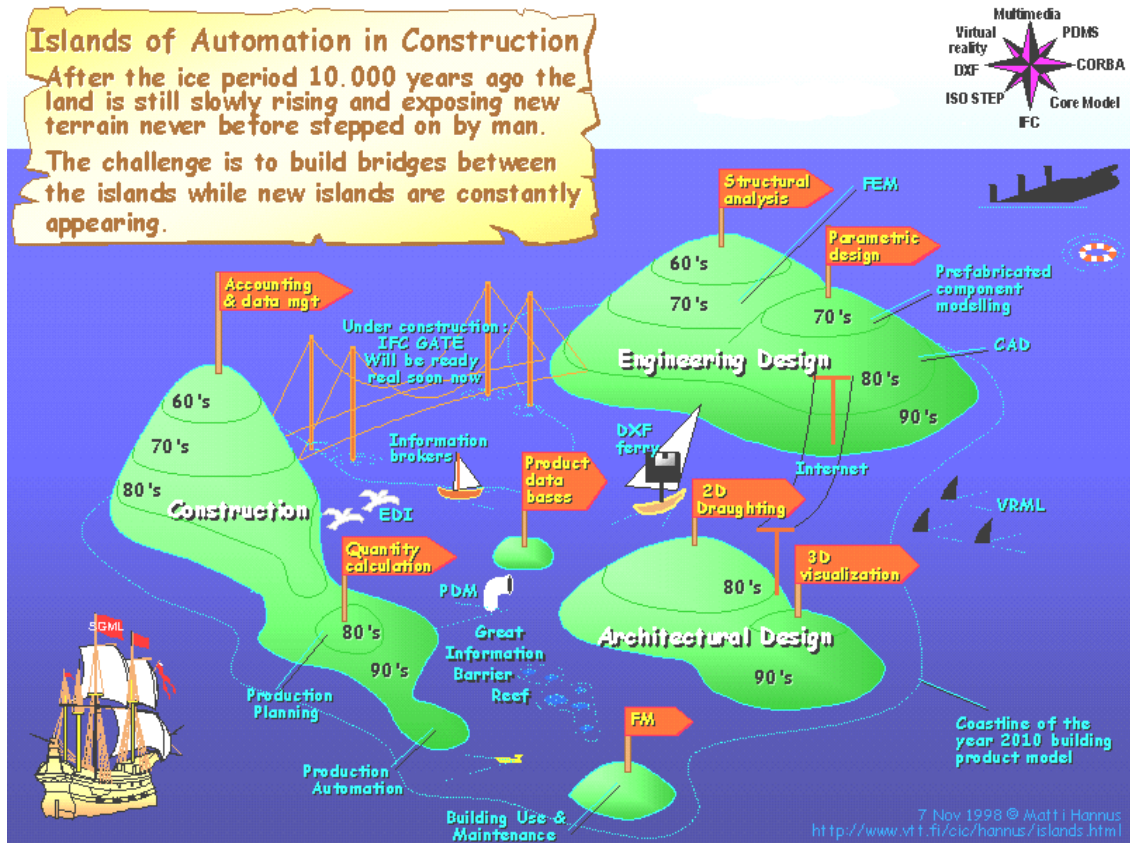
2.2 تكنولوجيا المعلومات في صناعة التشييد (ITC):

إن الاستخدام السابق لتكنولوجيا المعلومات في صناعة التشييد قد ساهم في زيادة تشتت و

تجزئة هذه الصناعة. حتى أن هذه الظاهرة اصبح لها اسم و هو جزر تكنولوجيا المعلومات في

صناعة التشييد كما يبين الشكل (II.1). إن عملية توصيل هذه الجزر مع بعضها البعض كان

الاهتمام الأكبر لحقل تكنولوجيا المعلومات في صناعة التشييد خلال العقدين الفائتين.



الشكل (2.1): جزر تكنولوجيا المعلومات في صناعة التشييد

Adapted from "Islands of automation in construction," by Hannus, M., Penttilä, H., & Silén, P., 1996, *Construction on the information highway*, Copyright 1998 by Matti Hannus.

بحسب (Fenves, 1997, p. 16) و جود حقل دراسي مخصص لموضوع يعني أن هذا الموضوع

أصبح ناضجاً لدرجة كافية و بغض النظر عن التسمية الصحيحة لهذا الحقل فقد اعتمد تكنولوجيا

المعلومات في صناعة الإنشاء (Construction Information Technology) أو اختصاراً (ITC)

كاسم له (Rebolj, Tirk, Sun, & Huhnt, 2002, p. 39).

بحسب (Turk, 2000) يهتم هذا الحقل بكل أنواع الأنظمة و البرمجيات المستخدمة في الصناعة

من أجل مساعدة أطرافها في كل مجالات التشييد على التواصل و التفاوض حول التزاماتهم و

حل المشاكل التي تواجههم و اتخاذ القرارات. بحسب (Bjork, 1997) يجب أن يوسع هذا

التعريف ليشمل بالإضافة إلى كل الاختصاصات كل أطوار دورة حياه البناء و خصوصاً طور التشغيل و الاستثمار لأن الكثير من المعلومات المتعلقة بالبناء و الهامة تنتج في هذه المرحلة. بحسب (Bjork, 1997) فأن الاهتمام الأساسي لهذا الحقل هو العمليات المتعلقة بالمعلومات مثل عمليات إنشاء معلومات جديدة أو تعديل معلومات قديمة. الاهتمام الآخر هو علاقة المعلومات و عملياتها بالمواد و عملياتها من حيث تمكين التحكم الآلي بعمليات المواد. باستعراض سريع لتطور تكنولوجيا المعلومات في صناعة التشييد نرى أنه في فترة 1950 كان التركيز على أتمته علميات الحسابات المتعلقة بتصميم البناء و في فترة 1960 كان التركيز على ربط الاختصاصات مع بعضها البعض. في فترة 1970 كان الاهتمام الأكبر هو الربط بين معلومات البناء الهندسة و معلومات البناء الأخرى. شهدت فترة 1980 ظهور الأنظمة الذكية في الصناعة كذلك ظهور أنظمة إدارة المعرفة. أما فترة 1990 كان المهم فيها ظهور فلسفة نموذج معلومات البناء و الذي ظهرت التكنولوجيا الخاصة به في أواخر تلك الفترة و بدايات فترة 2000.

2.3 تكنولوجيا نموذج معلومات البناء:

أصبحت هذه التكنولوجيا موضوعاً ساخناً في صناعة الإنشاء و يمكن التميز بين ثلاثة أمور رئيسة في هذه التكنولوجيا للمعلومات:

2.3.1 نموذج معلومات البناء:

الكثير من المراجع تعرف نموذج معلومات البناء بشكل مختلف عن بعضها البعض و السبب في

اختلاف التعريف هو محاولة للوصول إلى تعريف شامل يغطي كل جوانب هذه التكنولوجيا و

فيما يلي بعض هذه التعريفات كما ذكرت في المرجع:

a Building Information Model, is a data-rich, object-oriented, intelligent and parametric digital representation of the facility, from which views and data appropriate to various users' needs can be extracted and analyzed to generate information that can be used to make decisions and improve the process of delivering the facility (A.G.C., 2006, p. 3).

A Building Information Model (BIM) is a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. As such it serves as a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its life-cycle from inception onward (Suermann & Issa, 2007, p. 149).

Building information model is a virtual representation of a building, potentially containing all the information required to construct the building, using computers and software. The term generally refers both to the model(s) representing the physical characteristics of the project and to all the information contained in and attached to components of these models... A BIM may include any of or all the 2D, 3D, 4D (time element—scheduling), 5D (cost information), or nD (energy, sustainability, facilities management, etc., information) representations of a project (Kymmell, 2008, p. 250).

A BIM model... is a grammatically incorrect term that has become somewhat commonplace to refer specifically to the digital model created by the software in a BIM-based process. BIM is information about the entire building and a complete set of design documents stored in an integrated database. All the information is parametric and thereby interconnected. Any changes to an object within the model are instantly reflected throughout the rest of the project in all views. A BIM model contains the building's actual constructions and assemblies rather than a two-dimensional representation of the building that is commonly found in CAD-based drawings (Krygiel & Nies, 2008, p. 26).

Building model consists of a digital database of a particular building that contains information about its objects. This may include its geometry (generally defined by parametric rules), its

performance, its planning, its construction and later its operation. A Revit® model and a Digital Project® model of a building are examples of building models (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011, p. 587)

كما ذكرنا سابقاً فمحاولة الوصول إلى تعريف جامع لهذه التكنولوجيا أدى إلى حشو التعريف بتفاصيل شوشت الفكرة الأساسية له و هي وجود كل المعلومات الخاصة بالبناء في مكان واحد يكون الوصول إليها من قبل كل أطراف مشروع التشييد سهل و سريع.

2.3.2 عملية نمذجة معلومات البناء:

على العكس من نموذج معلومات البناء فإن تعريف عملية النمذجة لم يكن حوله الكثير من الاختلاف بين المراجع و كما تين الأمثلة التالية من التعاريف أنها كلها تجتمع على فكرة أنها العملية التي ينتج عنها نموذج معلومات البناء:

Building Information Modeling is the development and use of a computer software model to simulate the construction and operation of a facility (A.G.C., 2006, p. 3)

Building Information Modeling is the act of creating an electronic model of a facility for the purpose of ... (Suermann & Issa, 2007, p. 150).

Building information modeling is the act of creating and/or using a BIM (Kymmell, 2008, p. 250).

Building information modeling “is the creation of coordinated, consistent, computable information about a building project” (Krygiel & Nies, 2008, p. 27).

To describe the result of the modeling activity, we use the term “building information model,” (Eastman et al., 2011, p. 586).

نلاحظ أنه في التعريف الثالث كان هناك محاولة لتوسعة التعريف ليشمل كل من عملية النمذجة

و الاستخدام للنموذج المعلومات و هذه التوسعة غير ضرورية لان عملية توظيف نموذج معلومات البناء له مصطلح خاص به.

2.3.3 عمليات توظيف نموذج معلومات البناء:

يشرح الشكل (II.2) ما سبق ذكره فيا يتعلق بعملية النمذجة و بنموذج المعلومات الخاص بالبناء. كما أنه يوضح عمليات توظيف هذا النموذج الممثلة بالتفاعل حوله.

الشكل (2.2):العمليات المستندة على تكنولوجيا نموذج معلومات البناء

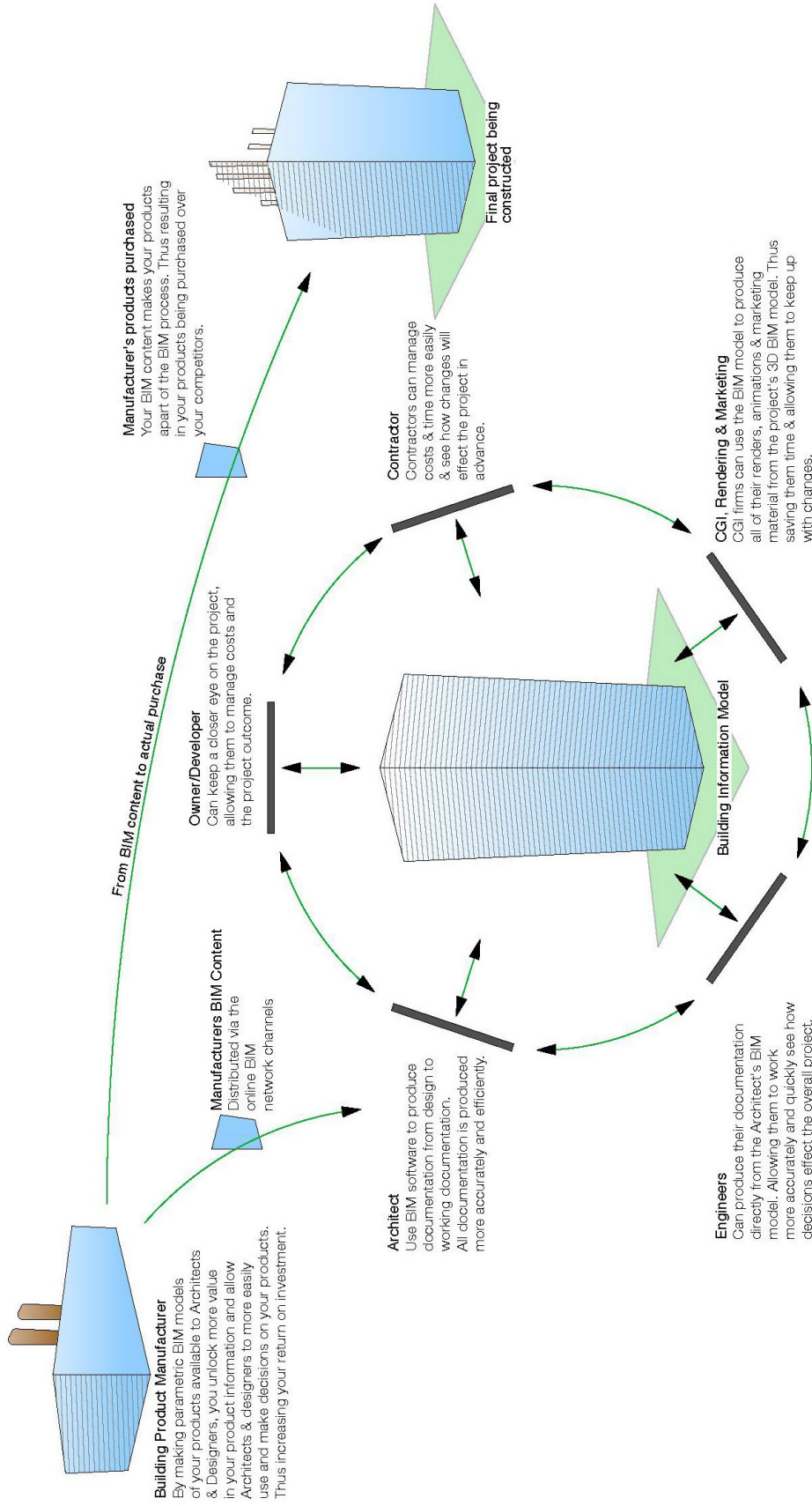


Figure II.2: The interaction among stakeholders through BIM (BIM process).

Note. *Building Information Modeling allows architects, designers, engineers, manufacturers, CGI experts, developers & contractors to work in collaboration. By working from the same 3D building information models, projects can be designed, constructed & managed with far more efficiency and accuracy. Adapted from "The Bim Process Explained", by www.barringtonarch.com, 2009. Copyright 2009 by Barrington Architecture & Design Ltd.*

يقصد بعملية توظيف نموذج معلومات البناء كل عملية تستند على المعلومات الموجودة في هذا

النموذج بعض النظر عن البرمجيات المستخدمة للتعامل مع هذه المعلومات. بحسب (

Kymmell, 2008, p. 3) فإن التوظيف الفعال لنموذج معلومات البناء يعني أن كل العمليات

المستندة عليه له هدف واحد جوهري هو تحسين العوامل الأربعة التي يقوم عليها كل تفاعل

إنساني و هي التواصل و الفهم و التصور و التعاون.

بعض النظر عن مدى التلاف في تكنولوجيا المعلومات استخدامها لا يعني بالضرورة التوظيف

الصحيح و الفعال لها. كما يقول الحكماء إذا لم تغير الاتجاه فبعض النظر عن طريقة الوصول

ستصل إلى الوجهة نفسها. إذا لم تكن حاجات و قيم الزبون النهائي هي الأساس في صناعة

التشييد المحلية فإن استخدام إي تكنولوجيا معلومات لن يغير من الوضع بشكل جوهري. بمعنى

آخر أن التوظيف الفعال لتكنولوجيا المعلومات يجب أن يكون في إطار صحيح ليحقق النتائج

الصحيحة. كما بينا سابقاً أن هذا الإطار الصحيح هو مبادئ طريقة الإنتاج السلس.

2.4 طريقة الإنتاج السلس:

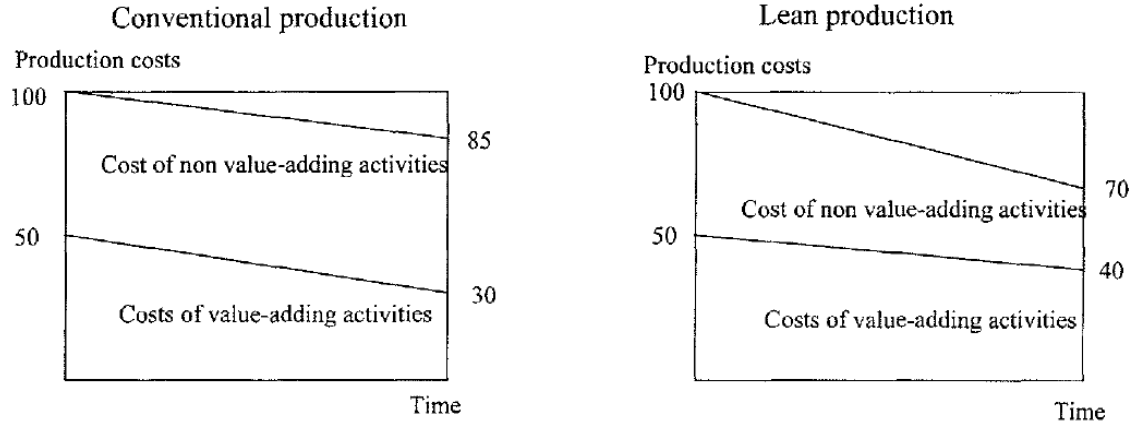
تقوم طريقة الإنتاج السلس على أمر أساسي هو ملاحظة أن كل عملية إنتاج تحتوي على نوعين

أساسيين من الأعمال. النوع الأول هو النوع الذي يحول الموارد من شكل إلى آخر و النوع الثاني

هو الأعمال التي يجب القيام بها حتى يمكن لنا القيام بالنوع الأول من الأعمال. كما يظهر

الشكل (II.3) فإن طريقة الإنتاج السلس تقوم على فكرة أن الإنتاجية العالية هي حصيلة أمرين

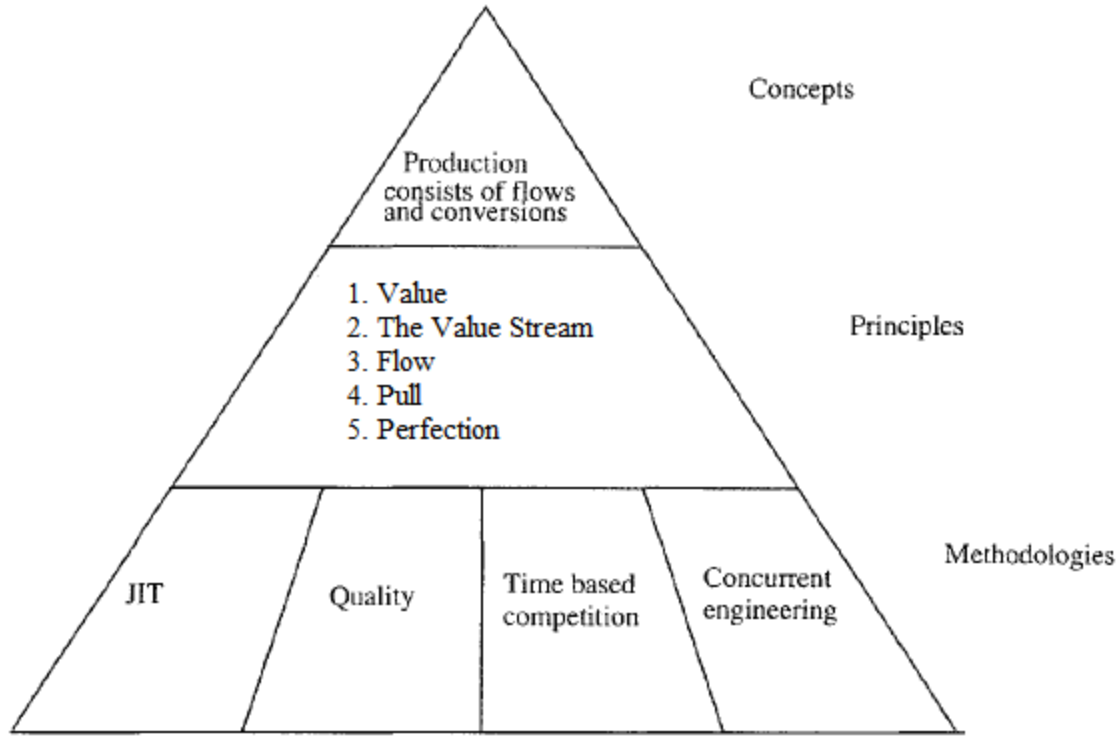
معاً هما حذف أو ضبط النوع الثاني من الأعمال و الأمر الثاني هو تحسين و تطوير النوع الأول من الأعمال.



الشكل (2.3): الاختلاف بين طريقة الإنتاج السلس و الطريقة التقليدية

Adapted from "Lean construction", by Alarcón, L. F., & International Group on Lean Construction, 1997, Copyright 1997 by A.A. Balkema.

يوضح الشكل (II.4) المفهوم الأساسي لطريقة الإنتاج السلس و هو التميز بين النوعين من الأعمال. طبعاً المشكلة الأساسية في التعامل مع طريقة الإنتاج السلس على مستوى المفاهيم هي أن التطبيق لها يصبح غير محدد بشكل كافي. من الناحية الثانية التعامل مع طريقة الإنتاج السلس على مستوى الممارسات العملية على الأرض قد يجعلها غير مناسبة لصناعة الإنشاء. لذلك يجب أن تتعامل مع طريقة الإنتاج السلس على مستوى المبادئ لأنها محددة بشكل كافي و بنفس الوقت يمكن تطبيقها على الصناعات المختلفة.



الشكل (2.4): مستويات التفكير المختلفة حول طريقة الإنتاج السلس

Adapted from "Lean construction", by Alarcón, L. F., & International Group on Lean Construction, 1997, Copyright 1997 by A.A. Balkema.

تتميز صناعة التشييد عن الصناعات التقليدية بأن لها منتج وحيد و معقد و كل مشروع تشييد يضم الكثير من الأطراف ذات العلاقة و المصلحة. في مثل هذه الحالات لابد من التفكير المتعدد من أجل الموازنة بين متطلبات التصميم و مصالح الأطراف (Oppenheim, 2011, pp. 1-3). يسمى هذا النوع من الهندسة بهندسة النظم (System Engineering) أو اختصاراً (SE). في مثل هذه البيئة تبقى المبادئ الرئيسية لطريقة الإنتاج السلس صالحة و لكن يطرأ تعديل عليها أو بالأحرى على معناها المطبق.

2.5 مبادئ طريقة الإنتاج السلس:

تهدف توضيح الفرق بين في تفسير مبادئ الإنتاج السلس سنقوم فيما يلي بشرح ما يعنيه كل مبدأ في إطار الصناعات التقليدية ثم يقوم بتوضيح الفرق في التفسير بينه و بين معناه في صناعة التشييد. خلال هذا الشرح سنلقي بعض الضوء على العلاقة بين هذه المبادئ و بين الاستراتيجية المقترحة من أجل توظيف تكنولوجيا نمو1ذج معلومات البناء بشكل فعال في صناعة التشييد المحلية.

2.5.1 مبدئ القيمة:

هو أول المبادئ في طريقة الإنتاج السلس و أهم هذه المبادئ. حيث أن القيمة تعطى و تسند من التفسير الذي يحمله الزبون النهائي حول ميزات المنتج النهائي. بمعنى آخر هي ما يعتقد الزبون أنها هي. يعبر عنها من خلال ميزات موجودة في المنتج أو من خلال خدمة معينة تقدم للزبون حسب ما يحتاج إليه. و بحسب () القيمة يجب أن تصل إلى الزبون بالسعر المناسب و والوقت المناسب.

في حالة منتجات الصناعات التقليدية يمكن من خلال التعريف السابق تحديد القيمة بسهولة نسبية إذا ما قورن ذلك بمعنى القيمة في في صناعة التشييد.

بسبب التعقيد الكبير للمنتج في صناعة التشييد حتى في المشاريع الصغيرة و بسبب وجود أطراف كثيرة في المشروع الواحد ذات مصلحة و علاقة به فأن ذلك يسبب ظهور العديد من

المشاكل المتعلقة بالقيمة. من أهم هذه المشاكل هو أن الزبون النهائي لا يستطيع بشكل مباشر الحكم على البناء من حيث وجود ما يلبي متطلباته. بسبب هذه الطبيعة لمنتج صناعة التشييد فإن تعريف القيمة يصبح على الشكل التالي: القيمة هي استعداد الزبون النهائي لأن يدفع ثمن كل ميزة من ميزات البناء بشكل ضمني أو علني. بشكل ضمني يعني أن الزبون و بعد فهمه لكل التعقيدات المتعلقة بتصميم البناء و عملية إنجازه هو مستعد للدفع في مقابل ما يحصل عليه.

من الواضح أن هنالك فرق بين المعنيين لمبدئ القيمة في كل من صناعة التشييد و الصناعة التقليدية. يعود السبب الرئيسي في هذا الفرق إلى تعقيد المنتج النهائي إي البناء و بالتالي عدم قدرة الزبون على تحديد ما يهمله بشكل عملي في البناء. بمعنى آخر أن القيمة في مشاريع التشييد تكون مطمورة بين تفاصيل التصميم و تعقيدات عملية البناء نفسها. من أجل تحديد القيمة في كل بناء لا بد من اعتبار أن المنتج النهائي هو عبارة عن نظام مكون من عدة أنظمة فرعية حيث أن التكامل الوظيفي بين هذه الأنظمة هو الأمر الرئيسي المهم بالنسبة للزبون حتى يؤدي البناء وظيفته الرئيسية و هي راحة القاطن.

2.5.2 مبدئ جدول القيمة (Value Stream):

إن المبدئ الثاني بسيط من ناحية التعريف ويعني الخريطة المرئية لكل أعمال و نشاطات الإنتاج بكل النوعين الذي يضيف قيمة مباشرة أو لا و خلال كامل دورة حياته التي تم حسب (Womack

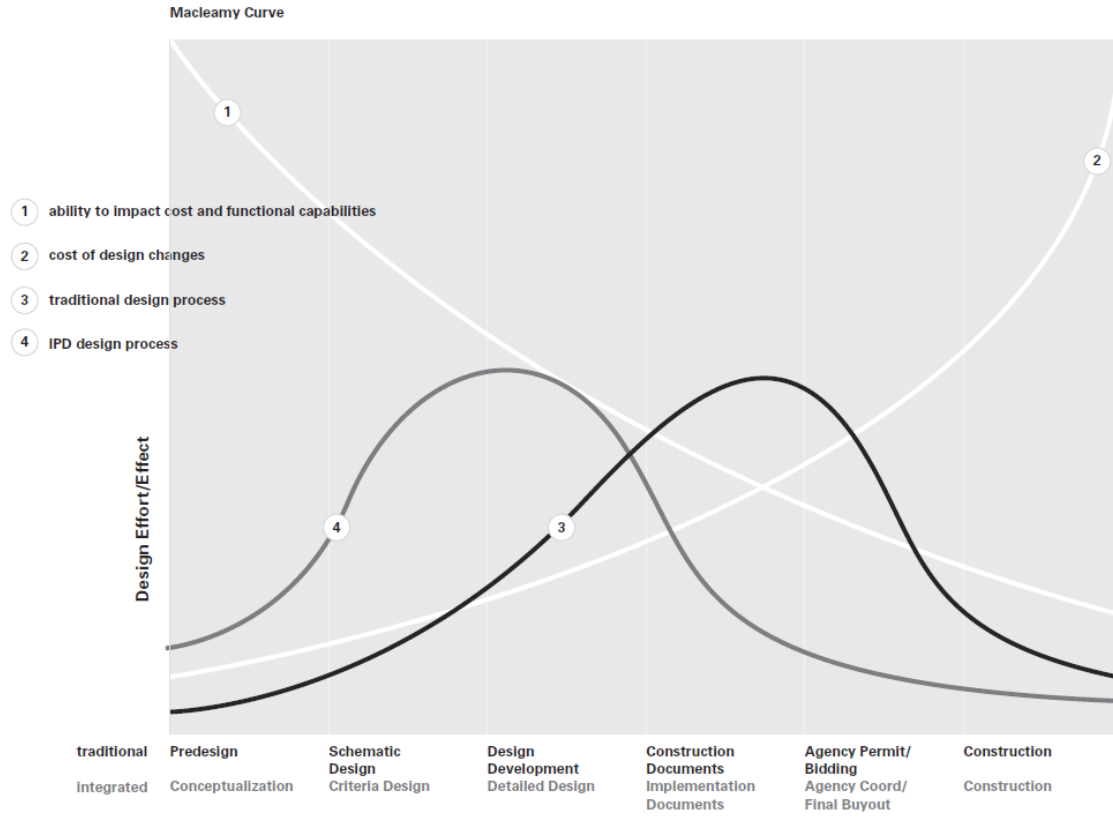
- المرحلة الأولى هي مرحلة تطوير الحل حيث تركز الجهود فيها على عملية إيجاد التصميم المناسب.
- المرحلة الثانية هي مرحلة إدارة المعلومات حيث أن مواضيع الجدولة و حساب الكميات و غير ذلك هي العمليات السائدة.
- عملية الإنتاج و هي المرحلة التي نقوم بها بتحويل الموارد الأولية إلى المنتج النهائي المطلوب.

كسائر المنتجات الأخرى فإن المنتج النهائي سيمر بهذه المراحل الثلاث و لكن الأمر المهم أن

نلاحظه هو الأهمية النسبية لكل مرحلة من المراحل و اختلافها من منتج إلى آخر. فكما يبين

الشكل (II.5) إن أهم المراحل في حالة البناء هي المرحلة الأولى حيث يكون فيها عملية

التعديل ذات قيمة منخفضة و بنفس الوقت تعود بقيمة كبيرة على المنتج.



الشكل (2.5): منحنى ماك ليمي

Adapted from "Integrated Project Delivery: A Guide", by The American Institute of Architects, 2007, Copyright 2007 by AIA | AIA CC.

الشكل السابق يوضح الأهمية الكبيرة لتكنولوجيا نموذج معلومات البناء حيث اختصرت بشكل

كبير الجهد و الوقت اللازم من أجل تعديل التصميم و بنفس الوقت سمحت بإجراء الكثير من

التحليلات في مراحل مبكره من المشروع حيث يمكن تعديل التصميم بشكل كبير و يكون العائد

من التعديل كبيراً أيضاً .

2.5.3 مبدئ الجريان (Flow):

بعد تحديد مجموعة القيم الخاصة بالزبون النهائي و تمثيل كل الأعمال اللازمة للإنتاج من خلال

خريطة مرئية يمكننا الآن أن نطبق الفلسفة الأساسية لطريقة الإنتاج السلس و هي أن نقوم

بحذف كل العمليات التي لا تضيف قيمة و تحسين العمليات الأخرى.

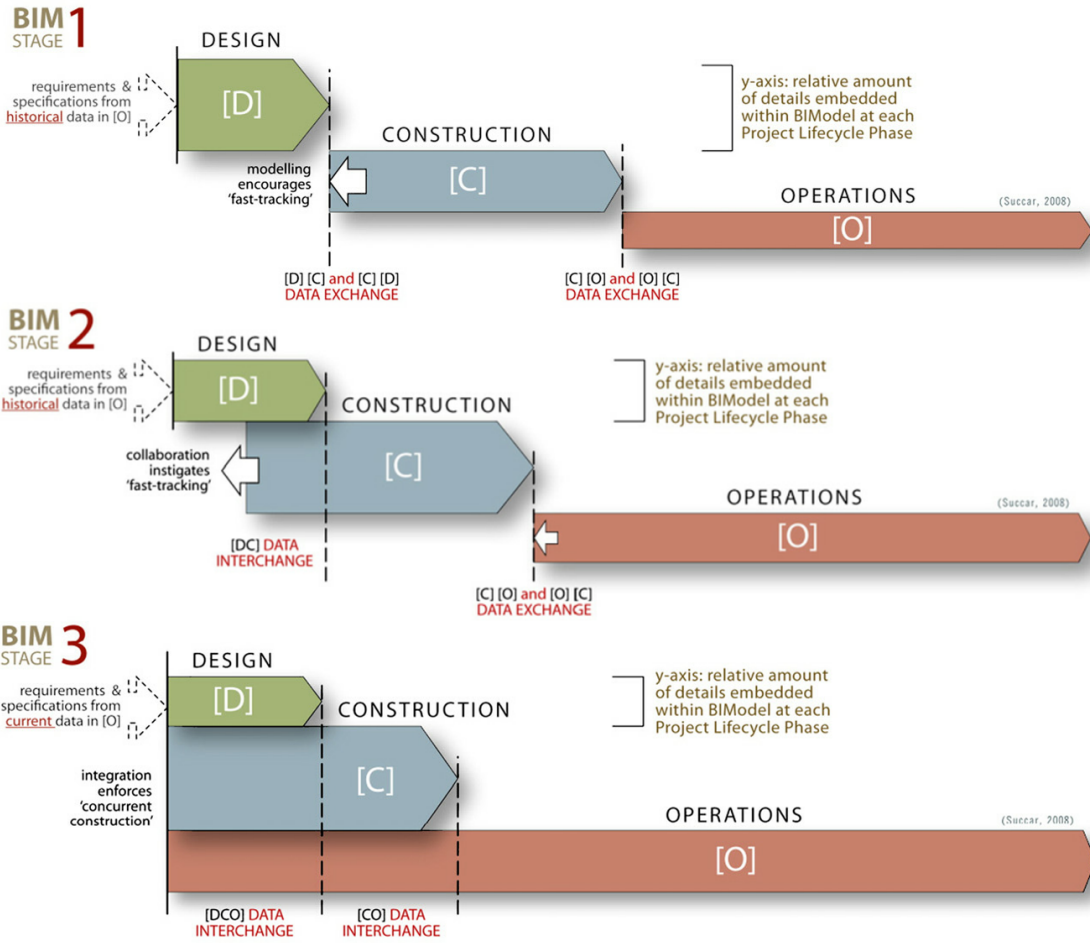
حسب (Oppenheim, 2011, p. 20) فإن مبدئ الجريان في مشاريع التشييد يعني محاولة جعل

كل عمليات الإنتاج تتم بشكل متزامن قدر الإمكان. وهذا ممكن من خلال التحديد الدقيق

لمتطلبات التصميم و الإعداد الجيد على كل المستويات الخاصة بالمشروع. وهذا يتوافق مع

نظرة (Architects California Council) حول التوظيف الفعال لتكنولوجينا نموذج معلومات

البناء كما هو موضح في الشكل (II.6).



الشكل (2.6): الرؤية البعيدة المدى للتوظيف الفعال لتكنولوجيا نموذج معلومات البناء

Adopted from "Building information modeling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders" by Succar, B, Automation in Construction, 18(3),

الشكل السابق يوضح الأطوار الثلاث لدورة حياة البناء. حيث اللون الأخضر يمثل مرحلة التصميم

و اللون الأزرق يمثل مرحلة التشييد و اللون الأحمر يمثل مرحلة الاستثمار. عندا تطبيق تكنولوجيا

نموذج معلومات البناء بشكل فعال نلاحظ التطابق الكبير بين المراحل الثلاثة.

2.5.4 مبدئ السحب (Pull):

يمكن توضيح هذا المبدئ في صناعة الكتب كمثال واضح (Womack and Jones, 2003, p. 25).

حيث أنه في حالة الإنتاج التقليدي يقوم الناشر بطباعة عدد كبير من الكتب دفعة واحدة و

توزيعها على المكتبات من أجل بيعها. ففي حال كان الكتاب المطبوع مطلوب بشكل كبير قد لا تكفي الكمية و يضر الزبون لانتظار الدفعة الثانية التي يمكن أن تأخذ وقت طويل نسبياً يزول خلاله جزء من الطلب على الكتاب. أما في الحالة المعاكسة عندما لا يكون الطلب كبير على الكتاب قد يؤدي ذلك إلى بقاء كمية كبيرة من الكتب المطبوعة على رف المكتبة و بالنهاية إتلافها. أما بطريقة الإنتاج السلس فعلى الناشر أن يلجأ إلى تكنولوجيا طباعة تسمح له بطباعة كميات قليلة و لكن بسرعة كبيرة أو أفضل من ذلك يلجئ إلى تكنولوجيا طباعة تسمح له بطباعة الكتاب مباشرة عند طلب الزبون له.

إن مبدئ السحب في الصناعات التقليدية يمكن أن يفهم في إطار الإنتاج عند الطلب و لكن حسب (Oppenheim, 2011, p. 21) فإن مبدئ السحب يعني أمرين اثنين في صناعة التشييد:

- الأمر الأول هو أن كل الأعمال أو النشاطات ضمن عملية التشييد يجب أن تنفذ في الوقت المحدد لها و ليس في وقت أبكر أو وقت متأخر. لأن كل من الإنجاز المبكر و الإنجاز المتأخر سيؤدي إلى هدر من نوع ما. حيث أن الإنجاز المبكر قد يؤدي إلى هدر من نوع إعادة العمل بسبب تغير في متطلبات التصميم. أما الإنجاز المتأخر قد يؤدي إلى هدر في الوقت من نوع زيادة مدة المشروع.

- الأمر الثاني هو أن وضع إي عمل أو نشاط على قائمة أعمال مشروع التشييد يجب إن تكون مبررة بحاجة من حاجات الزبون سوء كان هذا الزبون من النوع الداخلي مثل

مقاول فرعي أو من نوع الخارجي مثل مالك المشروع أو قاطن البناء.

النقطة الثانية و بحسب (Oppenheim, 2011, p. 21) توضح أهمية وجود ثقافة الإنتاج السلس

لدى كل أطراف مشروع التشييد لأن المنتج المعقد مثل البناء يتطلب أن يكون الزبون النهائي

حامل لمثل هذه الثقافة و يقوم بممارستها بشكل عملي خلال المشروع.

2.5.5 مبدئ الكمال (Perfection):

هذا المبدئ ليس كالمبادئ السابقة حيث أن المبادئ السابقة و هي مبدئ القيمة و مبدئ جدول

القيمة و مبدئ الجريان و مبدئ السحب فسروا على أساس أنهم ممارسات من طبيعة معينة.

كما أن هذه المبادئ السابقة كان لها تفسير مختلف يعتمد على طبيعة الصناعة. أما بالنسبة

للمبدئين الأخيرين فإن هذا الاختلاف لا يستمر و ذلك بسبب كونهما يتعلقان بالجانب الإنساني

من طريقة الإنتاج السلس. فعلى الرغم من كونهما لا يمثلان ممارسات بحد ذاتهما لكنهما هما

الأساس الذي تقوم عليه طريقة الإنتاج السلس و المبادئ الأربعة السابقة.

فمبدئ الكمال يعني السعي الدائم نحو طريقة إنتاج أفضل. حسب (Oppenheim, 2011, p. 21)

يجب أن نميز بين معنى كمال المنتج و كمال طريقة الإنتاج. فكمال المنتج يعني أن ينفذ المنتج

بشكل دقيق حسب المواصفات و متطلبات التصميم. إي زيادة عن هذه المواصفات يعد هدر.

أما كما طريقة الإنتاج يعني السعي الدائم لحذف كل الأعمال التي تسبب أي نوع من أنواع الهدر

و تطوير و تحسين النوع الثاني من الأعمال التي تضيف قيمة للمنتج النهائي.

2.5.6 مبدئ احترام الكادر البشري (Respect for People):

بخلاف الكثير من أساليب الإدارة فأن طريقة الإنتاج السلس تعطي أهمية كبيرة للكادر البشري.

لأن الوصول إلى عملية الإنتاج الكاملة يعني جعل جميع الأفراد في المشروع يسعون باتجاهها.

حيث يجب تفعيل كل شخص ضمن هذه العملية ليساهم بشكل مستمر في مكافحة الهدر و

في عملية تطوير الإنتاج. طبعاً مثل هذه الثقافة لن تتطور في بيئة تتعامل بشكل سلبي و قاسي

مع الأخطاء و المشاكل و تلقي بالمسؤولية على الأفراد (Oppenheim, 2011, p. 22). و الجدول

(II.2) يوضح الفرق في تفسير الأمور من قبل الكادر البشري بين بيئة الإنتاج السلس و البيئة

السابقة.

الجدول (2.2): ثقافة الإنتاج السلس مقابل ثقافة الإنتاج التقليدي

Mass Production: Personally Focused Work Practices	Lean Production: Process Focused Work Practices
Independent	Interdependent, closely linked
Self-paced work and breaks	Process-paced work, time as a discipline
"Leave me alone"	"I work as part of a team"
"I get my own parts and supplies"	In- and out-cycle work are separated and standardized
"We do whatever it takes to get the job done; I know whom I can rely on at crunch time"	There's a defined process for pretty much everything; follow the process
"I define my own methods"	Methods are standardized
Results are the focus, do whatever it takes	Process focus is the path to consistent results
"Improvement is someone else's job; it's not my responsibility"	Improvement is the job of everyone
"Maintenance takes care of the equipment when it breaks; it's not my responsibility"	Taking care of the equipment to minimize unplanned downtime is routine
Managed by the pay or bonus system	Managed by performance to expectations

Adapted from "Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions", by Mann, D. W., 2005, p. 15. Copyright 2005 by Productivity Press.

يوضح الجدول السابق الاختلاف في ممارسات العمل بين كلا البيئتين. و المهم أن يلاحظ في

هذا الجدول هو الثقافة التي يحملها الفرد في كلا الحالتين. إن ثقافة الإنتاج السلس تشكل

80% من عوامل نجاح تطبيق هذه الطريقة و بنفس الوقت عدم وجود هذه الثقافة لدى الكادر

البشري تشكل السبب الرئيسي في فشل كثير من المحاولات لتطبيق مبادئ الإنتاج السلس.

الفصل 3: منهجية البحث:

3.1 مقدمة:

سبق وأن ركزنا على موضع أهمية طرق البحث النوعي في المشاكل المتعلقة بتوظيف تكنولوجيا المعلومات. حيث تمكن هذه الطرق من التعامل مع أنظمة المعلومات من جانبيها التقني والسلوكي. و قمنا في الفصل الأول بثلاث دورات من البحث العملي الذي خلص إلى ضرورة أن نركز جهودنا على تطوير استراتيجية شاملة تمكنا من توظيف تكنولوجيا نموذج معلومات البناء بشكل فعال. و هذا يعني استخدام هذه التكنولوجيا كوسيط من اجل إحداث تغير في صناعة التشييد المحلية مرتكز على مبادئ الإنتاج السلس أو بشكل أدق مبادئ التشييد السلس.

إن أهمية طرق البحث النوعية هو أنها لا ترى تكنولوجيا المعلومات هي الوسيط الوحيد لإحداث التغير المطلوب. فبحسب (Laudon & Laudon, 2006) من اجل الاستفادة القصوى من تكنولوجيا المعلومات لا بد من التركيز على أمور إضافية بجانبها. بحسب (Carr, 2003) هذا ممكن بشكل عملي من خلال جعل تكنولوجيا المعلومات تتكامل بشكل عضوي مع استراتيجية العمل أو الصناعة. في ضوء هذا تم تطوير استراتيجية توظيف لتكنولوجيا نموذج معلومات البناء مبنية على مفهومين هما نموذج التشييد السلس و معامل التشييد السلس. و بنيت هذه الاستراتيجية على أساس أن تكنولوجيا نموذج المعلومات يمكن إن يفعل مبادئ التشييد السلس فيما إذا

وظف على أنه أداة محاكاة متقدمة لمفهومي القيمة و الهدر (Succar, 2009). و الأمر الآخر

الذي استندت عليه هذه الاستراتيجية هو أن تحسين فهم و تصور جميع أطراف مشروع التشييد

لمفهوم القيمة سيؤدي في النهاية إلى تحسين التواصل و التعاون بينهما و هذا يعني إمكانية

توظيف أكبر لتكنولوجيا نموذج معلومات البناء (Kymmell, 2008).

بحسب ما سبق, تقوم استراتيجية التوظيف من خلال مفهوم نموذج التشييد السلس بالسعي من

جل تفعيل تكنولوجيا نموذج معلومات البناء كأداة محاكاة متطورة لمفهوم القيمة في البناء. هذا

سيسبب فهم أكبر و تصور أوضح لهذا المفهوم بين أطراف المشروع. في الجانب الآخر يقوم

مفهوم معامل التشييد السلس بتبسيط هذا الفهم و توفيره بشكل معامل يمثل ما يحوي البناء

من قيمة و من هدر.

بحسب (Cooper & White, 2012, p. 6,7) فإن طرق البحث النوعي في أغلب الأحيان تنتهي إلى

نتيجة تكون سبب في فتح مزيد من التساؤلات. لذلك يكون التركيز في هذه الطرق على الطرق

نفسها و ليس على الحقائق التي تنتج عنها.

3.2 المعرفة في إطار البحث النوعي:

إن طرق البحث النوعي أصبحت معتمدة كطرق بحث علمي منذ بدايات 1900. فيما يخص

موضوع المعرفة تطورت هذه الطرق في حقل الإدارة وهي تنتمي لأحد ثلاث مذاهب في

تفسير الواقع: الحديث, التفسيري و ما بعد الحديث (Locke & Locke, 2001, pp. 3–6). المذهب

هو مجموعة من الاعتقادات المسلم بصحتها و يبنى عليها باقي الحقائق. من بين هذه

المسلّمات, مسلّمات تخص طبيعة الواقع و طرق إنتاج المعرفة (Locke & Locke, 2001, pp.

3).

في المذهب الحديث هناك افتراض مسبق لوجود واقع موضوعي و محايد. ويتم بحث هذا

الواقع من خلال عملية تشكيل الافتراضات و من ثم التأكد من صحتها عن طريق اختبارها في

هذا الواقع. ضمن هذا المذهب المعرفة تكون على شكل قوانين و حقائق مسلم بها (Locke

& Locke, 2001, pp. 3–9).

المذهب التفسيري لا يشترك مع المذهب الحديث في افتراض وجود واقع موضوعي محايد. بل

على العكس يرى أن طرق البحث العلمي لا يجب أن تكون حيادية بمعنى حذف نهائي لأثر

البشري في عملية البحث بل يجب أن تكون أدوات مساعدة تحسّن فهمنا للواقع و تفسيرنا له.

ضمن هذا المذهب المعرفة هي تفسير من تفسيرات الواقع (Locke & Locke, 2001, p. 8,9).

كما المذهب التفسيري المذهب ما بعد الحديث يرفض فكرة الحقيقة الموضوعية و الحيادية.

فهو يرفض فكرة إمكانية إنتاج معرفة مستقلة عن التأثير الثقافي و السياسي و القيمي للباحث.

على الرغم من المدارس المختلفة في هذا المذهب كلها تتفق على فكرة ضرورة دراسة أثر

السلطة أو القوة في تشكيل الواقع و طريقة فهمنا له (Locke & Locke, 2001, pp. 10–12).

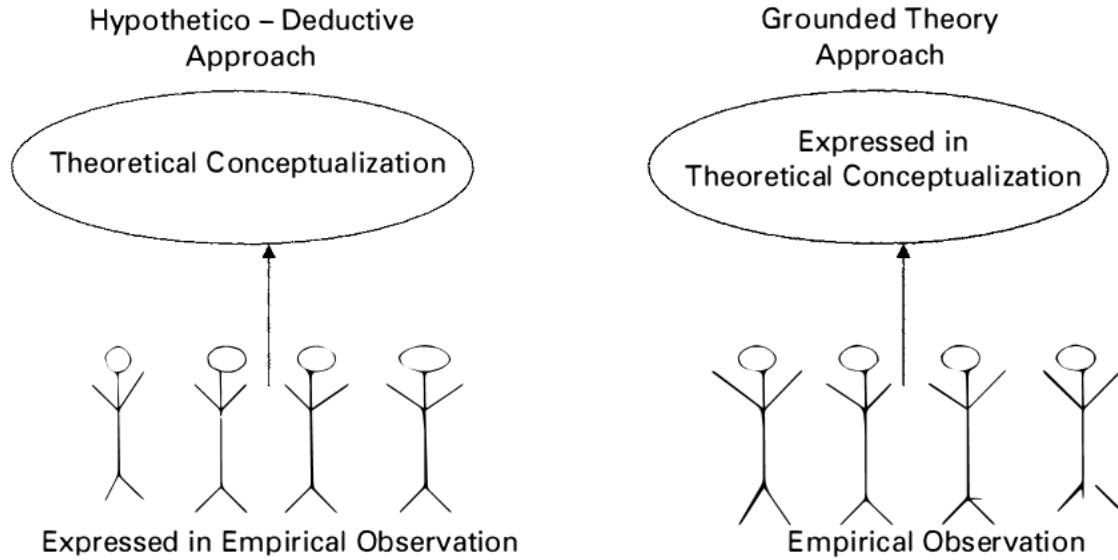
في ضوء النقاش السابق يمكننا القول أن هذا البحث لا يعطي أهمية مطلقة للموضوعية بل

يركز على تشكيل تفسير للواقع يمكننا من تغييره و من استعمال مصادر القوة فيه لإحداث هذا التغيير. بشكل أدق هذا البحث يحاول أن يقدم تفسير لواقع صناعة التشييد و اثر تكنولوجيا المعلومات بها. بنفس الوقت يحاول أن يقترح واقع جديد على أساس مفاهيم جديدة تمكن من جعل مبادئ التشييد السلس واقعاً و لتشكيل هذه المفاهيم و تحقيقها اعتمد على منهجية النظرية المطمورة في البحث.

3.3 منهجية النظرية المطمورة (Grounded Theory):

كما يظهر الشكل (III.1) على العكس من طرق البحث التقليدية و التي تسند على تحقيق افتراض ما في الواقع, طريقة النظرية المطمورة تتطلق ملاحظات في الواقع ثم تنتقل إلى تشكيل مفاهيم جديدة حول هذا الواقع. دور هذه المفاهيم الجديدة عي إعادة تفسير الواقع بطريقة مختلفة تمكن من إحداث التغيير المطلوب (Locke & Locke, 2001, p. 36,37). في حالتنا سننطلق من أربع ملاحظات أساسية حول الواقع و مستمدة من دورات البحث العملي السابقة و من مراجعات أدبيات طريقة الإنتاج السلس و تكنولوجيا نموذج معلومات البناء. الملاحظة الأولى أن البناء هو منتج معقد و من الأفضل تصميمه على اعتبار أنه نظام. الأمر الثاني هو أن التشييد السلس سيؤدي إلى رفع إنتاجية الصناعة المحلية بشكل ملحوظ فيما إذا طبق بشكل كامل. الأمر الثالث هو أن التطبيق الكامل يعني أن نركز 80% من الجهود على إنشاء ثقافة التشييد السلس لدى أطراف الصناعة المحلية. الأمر الرابع هو أن تكنولوجيا نموذج

معلومات البناء يمكن أن يعطي أقصى فائدة له فيما إذا طبق بهدف تمكين مبادئ التشييد
السلس في الصناعة المحلية و هذا يتحقق عندما يكون التوظيف لهذه التكنولوجيا يتم على
أساس أنه أداة محاكاة فعالة.



الشكل (3.1): الفرق بين طريقة النظرية المضمورة و باقي طرق البحث العلمي من حيث
طريقة البحث.

*Adapted from "Grounded theory in management research" by Locke, K. D., & Locke, K., (2001),
Copyright 2001 by Sage Publications.*

بحسب (Goulding, 2002, p. 79) المشكلة الأساسية في طريقة النظرية المضمورة هي عدم
الوضوح في عملية الانتقال من الملاحظات الواقعية إلى النظرية. في حالة بحثنا و لتخفيف من
درجة عدم الوضوح في هذه العملية اعتمدنا على طريقة البحث العملي حيث قمنا بثلاث دورات
بحث و خلال هذا الدورات قمنا بتطوير استراتيجية توظيف لتكنولوجيا نموذج معلومات البناء.

طبيعاً لا يكفي فقط أن نقف عند مرحلة تطوير الاستراتيجية بل يجب أن نتحقق من صحتها من خلال فحصها في الواقع العملي فبحسب (Locke & Locke, 2001, p. 24) الواقع العملي يعني الممارسات التي يقوم بها الكادر البشري.

بحسب (Goulding, 2002, p. 42) إن طريقة النظرية المطمورة تستخدم لتوليد معرفة جديدة عندما تكون الأمور المعروفة قليلة أو من أجل إعادة فهم المتوفر من المعلومات و الإضاءة عليها من زوايا مختلفة.

بغض النظر عن الفكرة السائدة أن البحث لا يكون إلا إذا كان هناك عملية لجمع المعلومات.

يمكن لطريقة النظرية المطمورة أن تتعامل مع المعطيات التي تم جمعها من قبل وإعادة تحليلها بهدف الحصول على أمور جديدة منها وهذا أحد فوائد الاعتماد على معطيات سابقة.

بالإضافة إلى أن هذا الأمر يوفر في موارد البحث و يسمح المجال لتحاليل أوسع و أشمل)

(Goulding, 2002, p. 56,57). في ضوء النقاش السابق فإن هذا البحث يعتمد على بحث)

(Oppenheim et al. (2011) في موضع إمكانات الإنتاج السلس (Lean Enablers for System)

(Engineering) أو اختصاراً (LEfSE) و هي تعد بالنسبة للبحث الواقع الذي ستختبر الاستراتيجية على أساسه.

3.4 ممكنات الإنتاج السلس (LEfSE):

3.4.1 ماذا تعني ممكنات الإنتاج السلس؟

بحسب (Oppenheim, 2011, pp. xv, xvi) ممكنات الإنتاج السلس هي المنتج الأول من الحقل

الخاص بموضع الإنتاج السلس المتعلق بالأنظمة. الفكرة الأساسية من هذا الحقل هو

الاستفادة من الفكر الخاص في تصميم الأنظمة مع الحكمة الموجدة في فلسفة الإنتاج

السلس. إن ممكنات الإنتاج السلس هي عدة ممارسات يقوم بها الكادر البشري بهدف تحسين

مستوى الأداء العام و تطوير عملية إنتاج القيمة و زيادة مستوى رضى كل أطراف المشروع و

إنقاص الهدر و الكلفة و الوقت للمشروع.

إن الإصدار الأول من هذه الممكنات يضم 194 ممكن موزعين على شكل 47 ممكن أساسي و

147 ممكن ثانوي و قد رتبوا حسب المبادئ الست الأساسية لطريقة الإنتاج السلس, حيث أن كل

ممكن أساسي يشمل عدة ممكنات ثانوية. إن 47 ممكن أساسي ليس ممارسات بحد ذاتهم و

لكن يمكن أن يفهموا كنوع من التصنيف للممكنات الثانوية. عملياً, يوجد 147 ممارسة مرتبه

حسب مبادئ الإنتاج السلس. طبعاً الممكنات الثانوية التي تكون قريبة من بعضها البعض أو

مرتبطة مع بعضها البعض قد تم جمعها في جدول واحد حيث من المفيد أن تستعرض مع

تعضها البعض. ضمن هذا الترتيب يكون لدينا 84 جدول 50 منها يمثل ممكن ثانوي بشكل فردي

و 34 يمثل مجموعة مرتبطة من الممكنات الثانوية. كل جدول يحوي الحقول التالية الموضحة

في الجدول (III.2):

الجدول (3.1): جدول يوصف طريقة العرض لممكّنات الإنتاج السلس.

1	LEAN PRINCIPLE:
2	ENABLER:
3	SUBENABLER NUMBER: Lists the subenabler number starting from 1 under each enabler and text. AND USE RANKINGS: This is the average of all survey responses for the question: “Rank the use of the given Enabler based on your professional experience”.
4	VALUE PROMOTED: This line describes those aspects of a program value that can be expected to improve when the subenabler is implemented.
5	WASTE PREVENTED: Lists the categories of waste prevented by the subenabler. In many tables, where the subenabler affects a broad range of program performance aspects, this is listed as “ <u>all categories of waste.</u> ”
6	EXPLANATION: A narrative description of the subenabler, explaining why the subenabler is important to program success.
7	SUGGESTED IMPLEMENTATION: Describes suggested implementation methods and steps, such as training, standards, better communication.
8	LAGGING FACTORS: Lists factors that resist and slow implementation of the subenabler or make it more difficult.
9	SUGGESTED READING:

Adapted from “Lean for Systems Engineering With Lean Enablers for Systems Engineering.” by Oppenheim, B. W., p.66, 2011. Copyright 2011 by John Wiley & Sons.

هذه الممكّنات موجهة إلى الأطراف التي تحتاج إلى خبرة عملية في طريقة الإنتاج السلس حيث

يكون المنتج النهائي عبارة عن نظام كما هي الحال في صناعة التشييد. هذه الممكّنات غير

موجهة إلى من يسعى لتشكيل نموذج رياضي أو علاقة رياضية تتعلق بموضوع الإنتاج السلس.

من هذا المنطلق يمكن النظر إلى هذه الممكّنات أنها تمثل الواقع العملي الذي يمكن أن نختبر

به استراتيجية توظيف تكنولوجيا نموذج معلومات البناء عن طريق منهجية النظرية المطمورة

الموضحة سابقاً.

3.4.2 إمكانات الإنتاج السلس كبيئة مناسبة لاختبار الاستراتيجية:

كما تم تعريف إمكانات الإنتاج السلس سابقاً، هي عبارة عن ممارسات عملية من شكل أفعل و

لا تفعل و التي توصف الممارسات اليومية المتوقعة من أطراف مشروع التشييد تعد تطبيق

مبادئ الإنتاج السلس بشكل صحيح ضمن المشروع مما يجعلها ملائمة لتحقيق استراتيجية

توظيف تكنولوجيا نموذج معلومات البناء. حسب (Oppenheim, 2011, pp. xii) الفكرة من

ممكنات الإنتاج السلس هو التعبير عن مبادئ الإنتاج السلس بممارسات يمكن أن تطبق في

بيئات مثل بيئة صناعة التشييد لتحسين إنتاجية مثل هذه الصناعات. يحدث هذا التحسن في

الإنتاجية عن طريق حذف أو تقليل نسبة الهدر في الصناعة. بمعنى آخر هو النظر إلى الهدر

الموجود احتياطي إنتاجية للصناعة يمكن أن يستفد منه من خلال استخدام طريقة الإنتاج

السلس (Oppenheim, 2011, pp. 55).

إن هذا التقارب في الهدف و بيئة التطبيق بين ممكنات الإنتاج السلس و بين استراتيجية توظيف

تكنولوجيا نموذج معلومات البناء يجعل من هذه الممكنات معطيات مناسبة من أجل تحقيق

مدى مصداقية الاستراتيجية.

3.5 عملية تحقيق استراتيجية التوظيف:

إن طريقة النظرية المطمورة هي طريقة تستخدم من أجل فهم ظاهرة ما بشكل عميق عن

طريق الإطلاع عليها من عدة جهات ثم تطوير مفاهيم تسمح بتوصيف هذه الظاهرة بشكل مفيد و شامل (Goulding, 2002, p. 36). طبعاً لا يكفي تطوير هذه المفاهيم بل يجب أن نختبر صحتها.

إن عملية اختبار مصداقية مفهومي نموذج التشييد السلس و معامل التشييد السلس يتم عن طرق مناقشة مقدار التوافق بين هاذين المفهومين و بين قدرتهما على توجيه الصناعة باتجاه تطبيق أحد هذه الممكنات. طبعاً هذا النقاش يستند على توضيح قدرة المفهومين على تخطي العقاب في وجه الممكن و بنفس الوقت توافقه مع الأمور المقترحة من أجل تطبيقه و تفعيله في المشروع.

3.6 مصداقية منهجية البحث:

نقصد بمصداقية منهجية البحث الأمر الذي يمكننا من تحديد التوافق بين المشكلة التي يهدف البحث إلى حلها و الحل نفسه. بكلام آخر، كيف لنا أن نعرف أن تطبيق الاستراتيجية المقترحة لتوظيف تكنولوجيا نموذج معلومات البناء هي استراتيجية فعالة و سيتم عنها تمكن لمبادئ الإنتاج السلس في الصناعة المحلية. بحسب (Saunders, et al., 2009, p.156) السؤال السابق غير ممكن الإجابة عنه بشكل مباشر. للإجابة عنه لابد من إعادة فهمه من منطلق درجة صحة المنهجية على المستوى الداخلي و الخارجي و من منطلق درجة الاعتمادية لهذه المنهجية.

3.6.1 المصدقية الداخلية للمنهجية:

حسب (Saunders et al., 2009, p. 157) المقصود بها هو توافق هدف المعطيات و تحليلها مع هدف البحث. في سياق هذا البحث تعنى في حال اختبارنا استراتيجية التوظيف و تبين أن هناك توافق مع إمكانات الإنتاج السلس هل هذا يعنى أنه يجب أن تتوقع تطبيق ممارسات الإنتاج السلس في صناعة التشييد المحلية. حسب (Oppenheim, 2011, p. xvi) فإن الهدف الأساسي من إمكانات الإنتاج السلس هو توفير مجموعة عملية من ممارسات الإنتاج السلس التي يقوم بها أطراف المشروع بمختلف أنواعهم من أجل تحسين أداء المشروع و زيادة إنتاجيته. لذلك التوافق بين الاستراتيجية و هذه الإمكانيات يعنى بالضرورة ظهور ممارسات الإنتاج السلس في صناعة التشييد المحلية.

3.6.2 المصدقية الخارجية للبحث:

حسب (Jonker & Pennink, 2010, p. 145) هذه المصدقية يقصد بها درجة قابلية مواضيع البحث للتطبيق في بيئات تختلف عن بيئة البحث أي درجة قابلية البحث للتعميم. إن هذا الموضوع يمكن أن نظر فيه في سياق هذا البحث من ثلاثة جوانب.

الجانب الأول يتعلق بطريقة الإنتاج السلس فحسب (Oppenheim, 2011, p. xv) فإن هذه الطريقة صالحة لأغلب الصناعات. و الجانب الثاني يتعلق بإمكانات الإنتاج السلس و حسب (Oppenheim, 2011, p. xvii) فإن هذه الإمكانيات تصلح لجميع أنواع المشاريع التي ينتج عنها منتج معقد. أما الجانب الثالث فهو يتعلق بتكنولوجيا نموذج معلومات البناء حيث اعتبرنا لهذه

التكنولوجيا كأداة محاكاة يجعل من استراتيجية التوظيف استراتيجية قابلة للتطبيق مع تكنولوجيا محاكاة أخرى.

3.6.3 اعتمادية البحث:

حسب (Saunders et al., 2009, p. 156) درجة اعتمادية البحث تتعلق بدرجة اعتمادية طرق جمع المعلومات و تحليلها من أجل الوصول إلى النتائج. بالنسبة لموضوع جمع المعلومات فيمكن مراجعة عمل (Oppenheim, 2011) من أجل الإطلاع على الطريقة التي تمت بها جمع و تحليل ممكنات الإنتاج السلس.

3.7 اختيار ممكنات الإنتاج السلس لاختبار استراتيجية التوظيف:

كما ذكرنا سابقاً أنه لدينا 147 ممكن أساسي و ثانوي و هذا عدد كبير من الممكنات لنختبر عليه الاستراتيجية المقترحة. حسب (Oppenheim, 2011, p. 247,248) يمكن أن ننظر إلى مجموع الممكنات على أنها حالة الكمال التي يجب أن نسعى لها في مشاريعنا. بكلام آخر أنه لا يمكن أن نطبق كل الممكنات دفعة وادة بل يجب ان نتدرج في تطبيقها. من هذا المنطلق يمكن أن نختبر توافق استراتيجية التوظيف مع بعض الممكنات التي يمكن أن نختارها حسب الشروط التي تناسب السياق الذي هو تحقيق استراتيجية. في هذه الحالة يجب أن نختار كل الممكنات التي يكون لها أثر استراتيجي واسع على إنتاجية المشروع. يمكن تحقيق هذا الشرط عن طريق اختيار الممكنات التي يكون لها أثر على جميع أنواع الهدر في المشروع.

بما أننا نسعى إلى تحقيق استراتيجية في ضوء الواقع العملي يمكن أن نركز أيضا على
الممكنات العملية التي يكون فيها العامل ($U > 0.23$). بالاعتماد على الشرطين السابقين يبقى
لدينا فقط الممكنات العملية و الواسعة التأثير للتحقيق استراتيجية توظيف تكنولوجيا نموذج
معلومات البناء.

الفصل 4: تحليل المعطيات:

4.1 مقدمة:

كما ناقشنا في الفصل السابق المتعلق بمنهجية البحث, إننا سوف نعتمد على ممكنا الإنتاج السل التي تحقق شرطين أساسين هو الأهمية الاستراتيجية و العملية. بعد اختيار الممكنات سنقوم بمناقشة التوافق بين هذه الممكنات و استراتيجية توظيف تكنولوجيا نموذج معلومات البناء المقترحة. سنناقش هذه الممكنات كما تم طرحها في العمل الأساسي (Oppenheim, 2011) و سنحافظ على نفس الترتيب الذي وردت فيه في ذلك العمل. ستركز النقاش على التوافق من ناحية قدرة الاستراتيجية على تجاوز العقبات التي ممكن أن تواجه الممكن. كما سيركز على الإمكانية التي تتيحها الاستراتيجية من أجل تطبيق المقترحات المتعلقة في ذلك الممكن.

4.2 الممكنات المختارة:

4.3 الممكنات المتعلقة بمبدئ القيمة:

LEAN PRINCIPLE 1: Value (Oppenheim, 2011, p. 79)
ENABLER:3. Frequently Involve the Customer.
SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS: 1. Everyone involved in the program must have a customer-first spirit. (U=0.56)
VALUE PROMOTED: Employees aligned for value. Fewer frustrations among the stakeholders.
WASTE PREVENTED: All categories of waste are affected. Frustrations and crises are reduced.
EXPLANATION: Complex engineering programs offer tough challenges for everyone involved. In a moment of frustration, it is not unusual to accept a defensive attitude about oneself, one's department or team, and to lose sight of the fact that the program and the enterprise exist in order to satisfy customers. As Henry Ford famously stated: "The enterprise is not paying the payroll; it only passes the money; it is the customer who pays the payroll." Thus, a customer-first spirit and alignment of all employees and other stakeholders toward these goals are a critical part of successful programs. Such programs tend to have the least amount of bickering and crises, are streamlined for best delivery of value to customers, and reach consensus easier.
EXPLANATION DISCUSSION: The direct relationship between this enabler and the spirit of the strategy is clear since the research philosophy is about bringing the voice of customer into the market. One of our GT empirical observation was: building is complex system. In light of such observation the idea of Lean model is to make most value and waste of the design visual for everyone involved. On another Hand Lean ratio is a life cycle reminder for all stakeholders that customer is first.
SUGGESTED IMPLEMENTATION: Ideally, at the beginning of the program, a program leader should formulate a strong customer-first spirit for all stakeholders, then disseminate it to all using the most effective means (video, memo, intranet talk, etc.). It is important to send this strong message convincingly, without patronizing or cheap sloganeering. The message should be periodically repeated and modified when necessary. New hires must receive a short training about the message. Encourage the team to ask questions for clarifications about customer requirements. If the team works together to ensure customer value, they may come up with innovative solutions not thought of by the program manager. Communication throughout the PD team is critical to ensure clear understanding of the customer value.
SUGGESTED IMPLEMENTATION DISCUSSION: In essence Lean model is a set of analysis for the building design. The driver behind all these analysis is customer's values. Such approach communicate a clear message that customer is first.
LAGGING FACTORS: <ul style="list-style-type: none"> • Hands-off attitude toward the customer. • Lack of leadership.

- Narrow technical assignments without seeing the big picture.
- The culture of unresolved conflicts among program stakeholders.

LAGGING FACTORS DISCUSSION:

Such attitude will decrease as customer start to pull in light of Lean ratio. Basing Lean model on analysis for sake of customer value and waste elimination make it a good candidate to serve as a big picture of any building and this could compensate for any lack of leadership with better collaboration in light of this picture and as discussed raising the bar of Lean model gradually will eventually utilize BIM in the market. Also, the existing of one big picture will contribute for decreasing the culture of unresolved conflicts by making the common ground clearer.

LEAN PRINCIPLE 1: Value (Oppenheim, 2011, p. 84)

ENABLER:3. Frequently Involve the Customer.

SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS:

4. Establish a plan that delineates the artifacts and interactions that provide the best means for drawing out customer requirements. (U=0.39)

VALUE PROMOTED: Efficiency of the capture of program value.

WASTE PREVENTED: All categories of waste, including program failure.

EXPLANATION: As emphasized in several other enablers, every reasonable effort should be devoted to capturing value proposition right, including all aspects of need, operations, environment, scenarios, and culture into formal requirements. Usually, passive acceptance of customer requirements is insufficient: Customers may lack the expertise to formulate requirements correctly and completely. Prudent Systems Engineers should know this and for the good of the program develop a special plan for drawing customer requirements. The plan should define both quality artifacts and best human and electronic interactions between program stakeholders, including the end customer.

EXPLANATION DISCUSSION:

This subenabler relates directly to the heart of the strategy. The strategy view buildings as complex systems which their end customers lack the expertise to formulate their requirements correctly and completely. Hence, Lean model works as a plan for drawing customer requirements. Beside Lean model, Lean price motivate stakeholders toward better interaction for quality realizing of these requirements.

SUGGESTED IMPLEMENTATION:

- The Chief Engineer (or deputy) should develop a specific and robust plan defining which artifacts to use and how, using what tools, when, and by whom; and which interactions to set up: in person, meetings, telecoms, emails—how often or when, who, how, where—for drawing out customer requirements robustly and comprehensively.
- Training of the program stakeholders in the plan, inviting customer representatives to training sessions, if practical.

- Ensure spoken and customer unspoken requirements are captured. Assumptions and unclear understanding either by the customer or the development engineers can create waste. Domain knowledge, customer affinity, and understanding play a big role in this subenabler.

SUGGESTED IMPLEMENTATION DISCUSSION:

Lean model works a specific and robust plan for customer requirements. The involvement of stakeholders and customer (at least through feedback) in the process of model developing ensure clearing the implicit assumptions about requirements and expose unspoken requirements of capture process.

LAGGING FACTORS:

- Passive, bureaucratic and uncritical acceptance of customer-provided requirements as final.
- Excessive artifact bureaucracy.
- Automation of interactions among program employees at the expense of human interactions.

LAGGING FACTORS DISCUSSION:

Because Lean model is based on specific analysis and through its continuous development help minimizing the passive and uncritical acceptance of customer requirements.

4.4 *الممكنات المتعلقة بمبدئ جدول القيمة:*

LEAN PRINCIPLE 2: Map the Value Stream (Oppenheim, 2011, p. 105)

ENABLER:3. Plan for Front-Loading the Program.

SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS:

3. Anticipate and plan to resolve as many downstream issues and risks as early as possible to prevent downstream problems. (U=0.40)

VALUE PROMOTED: Prevention, early resolution and mitigation of downstream issues and risks. Elimination of frustrations, delays, budget overruns, and even program failures.

WASTE PREVENTED: All waste categories, including program failure.

EXPLANATION: A wisely chosen Chief Engineer of the program (or equivalent role) should be experienced in the domain and in program management, “with scars from previous programs,” who understands and anticipates major downstream issues and risks. The Chief Engineer should work proactively to mitigate all anticipated issues and risks to prevent any downstream problems.

EXPLANATION DISCUSSION:

In our context the role of chief engineer is close to role of the general contractor. The

strategy thought the concept of Lean ratio and specifically Lean price motivate the general contractor to anticipate major downstream issue that will affect the building ratio and eventually its profit margin. Hence, he will starting front planning to avoid such issue and this happen fundamentally by learning from previous project.

SUGGESTED IMPLEMENTATION:

- Wisely select a Chief Engineer (or equivalent role) with expertise in the domain and enterprise.
- Create a corporate strategy for product development knowledge management.
- Build an excellent searchable database on intranet, with lessons learned in previous programs.
- Analyze applicable lessons learned before starting a new program.
- Disseminate lessons learned throughout the program, not just at postmortem.

SUGGESTED IMPLEMENTATION DISCUSSION:

The core driver in previous suggestions is the ability to utilize previous knowledge for future project. This happen through the process of capturing, analyzing and disseminating it. When Lean ratio provides motivation for such application of knowledge, BIM has major role in facilitating this process. As Lean Model drive the market into more BIM utilization by raising the customer expectations this open the doors for knowledge mining in the information model.

LAGGING FACTORS:

- Inexperienced Chief Engineer (or equivalent role).
- Management dissolved among several individuals, none of whom has the Responsibility, Authority, and Accountability (RAA).
- Poor transfer of lessons learned between programs.

LAGGING FACTORS DISCUSSION:

As Lean ratio credibility accumulate among end customer this eventually put pull focus on experienced and qualified stakeholders. In the same time the continuous increasing in customer expectations lead for inevitable utilization of BIM and this facilitate knowledge management in the local market.

LEAN PRINCIPLE 2: Map the Value Stream (Oppenheim, 2011, p. 108)

ENABLER:4. Plan to Develop Only What Needs Developing.

SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS:

1. Promote reuse and sharing of program assets: Utilize platforms, standards, busses, and modules of knowledge, hardware, and software. (U=0.32)
5. Maximize opportunities for future upgrades (e.g., reserve some volume, mass, electric power, computer power, and connector pins), even if the contract calls for only one item. (U=0.40)

VALUE PROMOTED: Development effort and cost spread among several programs, lower cost per program, faster schedule and faster response to customer needs, smaller and fewer risks, higher competitiveness of enterprises.

WASTE PREVENTED: All categories of waste are reduced by wise modularization and asset reuse.

EXPLANATION:

The present subenablers (2.4.1 and 2.4.5) describe the wisdom of modularity:

Companies that create a number of similar products/systems within a single domain (e.g., satellites, cars) should benefit from modularity and reuse of assets and lowering development costs. Engineering experience indicates that very few systems, if any, are so revolutionary that no prior assets, modules, or subsystems could be reused from earlier programs. The most typical reuse examples are designing new car models on a common platform or creating new satellite models on a common bus. Avionics boxes can be modularized, predesigned, and even prebuilt and pretested for use in several programs/models. Software can be created to be general enough for all the current and future functions and interfaces, with more channels than needed at the start. In fact, almost all subsystems in cars are modularized and reusable: engines, gearboxes, electronic subsystems, software, door handles, batteries, chassis, seats, radios, tires, etc. A car design program could not be competitive if all subsystems were designed from scratch. Yet, often, this is the practice in large governmental programs. Subsystems of similar satellites, busses, tanks, batteries, solar panels, antennas, computers, software, and so on, can and should be modularized.

Modularity applies to knowledge, hardware, and software:

Modules intended for reuse should be created in a reasonably general way to serve not only the current program but also to anticipate future programs. In certain cases, it may be wise to reserve some volume, mass, electric power, computer power, and connector pins in a module, even if the contract calls for only one item, in order to maximize opportunities for future upgrades at minimum cost. There may be a small penalty in the volume, mass, and power of a module that has more capability than needed on a current program, but almost always the penalty will be more than compensated by the reduction in engineering labor and cost in the future systems. In the present economics of high technology, engineering labor is almost always the most expensive item in any program. In addition, availability of modules is often an advantage in marketing efforts for new programs.

EXPLANATION DISCUSSION:

Modularity is powerfully present in our research market at all level. If we conceptualize a building in term of three concepts: Form (atheistic), Structure (Load and safety), and Functions (Life supporting issues of the whole system), the modularity of structure is very clear since it is limited for few already modularized structure elements. The problem is the compromises between form and functions. Lean ratio brings more awareness about the importance of functions above form. Such kind of priorities order help brings more modularity into the design phase since the design criteria are less customer relative.

SUGGESTED IMPLEMENTATION:

Common assets benefit more than one program at once. Therefore, they should be coordinated at the corporate or enterprise level as a part of corporate strategy and marketing. Consider instituting an enterprise architect role that can look across organizations and past, present, and future programs and see opportunities for

commonality and reuse. Ensure the architect role is staffed by a widely trusted and knowledgeable Systems Engineer with excellent communication and people skills. Encourage and share technology road maps and share with PD leaders. Good design of reusable modules calls for a degree of vision and understanding of future trends and market needs.

SUGGESTED IMPLEMENTATION DISCUSSION:

Driving the market into more BIM utilization by continuously demanding for more integration and collaboration by requiring more mature Lean model will pave the way for more modularization in design phase. In present of mature BIM implementation, shared library of building objects or even smart building objects is common among all supply chain members. seek.autodesk.com is a good example of such practice for Revit users.

LAGGING FACTORS:

- Contracts (not uncommon in government programs) that require the latest, greatest, and gold-plated, disregarding existing or past assets, and demanding a wall of separation from other programs or corporate activities.
- Government contracts that do not allow expanding designs beyond the needs of the currently contracted system.

LAGGING FACTORS DISCUSSION:

Even contracting in light of modularization is not an important issue in our market since much of the engineered systems are similar. Never the less both Lean model and ratio help focusing demands on most appropriate producers. This could easily happened by issuing periodical reports to compare among them in light of Lean ratio.

4.5 الممكّنات المتعلقة بمبدئ الجريان:

LEAN PRINCIPLE 3: Flow (Oppenheim, 2011, p. 124).

ENABLER:2. Clarify, Derive, Prioritize Requirements Early and Often During Execution.

SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS:

6. Identify a small number of goals and objectives that articulate what the program is set up to do, how it will do it, and what the success criteria will be to align stakeholders—and repeat these goals and objectives consistently and often. (U=0.28)

VALUE PROMOTED: Constant focus on and alignment with the main goals and objectives of value propositions.

WASTE PREVENTED: All types of waste, primarily rework and waiting.

EXPLANATION:

The present corporate culture tends to compartmentalize engineers through office architecture (people working in their individual cubicles at their computers),

geographical distribution, and narrow technical tasks. In addition, many engineers are employed on only relatively short tasks in much longer programs. This environment is not conducive to good understanding of a big picture: what a program is all about, what the value is of the system being created, and which customer needs are being served. Without this knowledge, engineers are unlikely to produce good value. At best they will satisfy minimum requirements. Good managers understand this. They identify a small number of goals and objectives that articulate what a program is set up to do, how it will do it, and what the success criteria will be to align stakeholders—and repeat these goals and objectives consistently and often to all stakeholders. This is particularly important in large, long, distributed programs.

EXPLANATION DISCUSSION:

Even residential building could be seen relatively small and short programs, nevertheless the importance of the big picture should not be underestimated and limiting the program with the process of satisfying code and standards is not Lean thinking. Lean model provide such programs with small number of goals and objective in light of customer values and it communicate them clearly in term of required analysis with specific success criteria.

SUGGESTED IMPLEMENTATION:

This is one of the easiest subenablers to implement: Just follow the subenabler instruction and insist on repeating these goals and objectives consistently and often. Instruct new hires immediately about the program goals and objectives.

SUGGESTED IMPLEMENTATION DISCUSSION:

In our research context previous suggestion means insisting on the multidisciplinary involvement in the process of Lean model and ratio developing. In the same time insisting on making Lean ratio more credible among its customer by often feedback of their opinions into the Lean model and prioritizing it in light of them.

LAGGING FACTORS:

- Geographical distribution of program stakeholders.
- Compartmentalized office architecture and culture.
- Overutilization of people leaving no time to think of what is really important; “can’t see the forest for the trees.”

LAGGING FACTORS DISCUSSION:

Through the collaborative process of the strategy development the first two factor could be reduced. In the same time making Lean ratio a basic factor to pull value in light of Lean model, this makes the forest always in front of producers.

LEAN PRINCIPLE 3: Flow (Oppenheim, 2011, p. 126).

ENABLER:3. Front Load Architectural Design and Implementation.

SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS:

1. Explore multiple concepts, architectures and designs early. (U=0.44)
2. Explore constraints and perform real trades before converging on a point design.

(U=0.46)

VALUE PROMOTED: Frontloading shortens overall program time, while lowering total cost and improving quality.

WASTE PREVENTED: All types of waste.

EXPLANATION:

An early exploration of multiple concepts, architectures, designs, and constraints is a critical aspect of frontloading. This is conducive to finding optimum solutions that remain stable and robust throughout a given program. Frontloading seems counterintuitive because it requires a larger effort to be performed early, appearing to slow the progress without producing easy results, while an immediate solution is already in sight. Many budget-focused managers rebel against spending program resources early and instead push to a point design. Also, many contracts governed by the earned-value book keeping promote quick focus on deliverables. They are wrong. In fact, it is the opposite approach of jumping to a preconceived notion or a point design too early, without understanding the entire tradespace and constraints—which often leads to massive cross-functional iterations and design changes in later design stages when iterations are dramatically more costly and time consuming. Experienced engineers understand the benefits of frontloading.

Tradespace exploration of an entire system also prevents suboptimum solutions of incompatible subsystems and parts.

A particular approach to frontloading involves exploration of alternatives to systematically narrow the trade space down to a single, optimum final choice. This approach is known as “set-based concurrent engineering,” a term coined by an academic group of authors from the University of Michigan (A. C. Ward, J. K. Liker, J. J. Cristiano, and D. K. Sobek II). Set-based concurrent engineering is usually contrasted to iterative point-based design. Iterating design when starting from a point design carries the risk that the number of iteration loops is unknown and could consume a significant portion of budget and schedule. And, in extreme cases, this may require changes to requirements. In contrast, set-based approaches predetermine the number of sets to evaluate.

EXPLANATION DISCUSSION:

Section (II.5.2) discuss the importance of front loading especially in construction. Because Lean model is about analysis to perform and not requirements to satisfy, this has a major role in supporting the frontloading principle. If the design is supposed to score high with Lean ratio a best practice will be using BIM to perform few analysis at schematic design phase where design efforts are almost minimum and design effect are maximum as Figure (II.5) shows. This shows that beside Lean enabling, Lean model contribute in BIM utilizing in the market.

SUGGESTED IMPLEMENTATION:

- Training of engineers and managers in the benefits and methods of efficient early trade space exploration.
- Expert managers should lead the trade space exploration effort.

Morgan and Liker [2006, pp. 48–51] propose the following approach to the set-based design (paraphrased):

- Intentionally identify multiple solutions to design problems before selecting

just one.

- Encourage engineers (both upstream and downstream) to discuss alternatives early before a fixed decision has been reached on a single design from one perspective.
- Use set-based tools such as tradeoff curves to identify the trade-offs of various solutions from different perspectives.
- Capture past knowledge in checklists in the form of graphs and equations that show the effects of different alternatives.
- Use system methods like parametric design that quickly show system impacts when parameters are changed.

SUGGESTED IMPLEMENTATION DISCUSSION:

Awareness should be build among engineers around the importance of analysis in the schematic phase and how much BIM implementation through its integration ability and its 3D parametric modeling (Section II.3.1) abilities could save effort and maximize effect.

LAGGING FACTORS:

- Jumping to a point-design too early without exploring trade space first.
- False sense of making quick progress without exploring alternatives.
- Earned-value pressures to show tangible progress early.

LAGGING FACTORS DISCUSSION:

The strategy help spreading the culture of frontloading since when it allows for higher rating of the design. Since Lean model is about analyzing customer's values, the false sense of making quick progress without exploring different alternative for meeting them will disappear. The strategy will shift pressure from making tangible progress early to finding optimum design early which open opportunity for better rating.

LEAN PRINCIPLE 3: Flow (Oppenheim, 2011, p. 129).

ENABLER:3. Front Load Architectural Design and Implementation.

SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS:

3. Use a clear architectural description of the agreed solution to plan a coherent program, engineering and commercial structures. (U=0.44)

VALUE PROMOTED: Clear architectural description of the agreed solution is conducive to subsequent robust and efficient flow and trouble-free program. This, in turn, tends to reduce waste, cost and schedule, and promotes satisfaction of stakeholders.

WASTE PREVENTED: All types of waste.

EXPLANATION:

Lack of coherent design, or lack of consensus on baseline design can torpedo the entire program. Best programs achieve a clear architectural description of the final agreed solution as a major milestone of frontloading. Such architectures tend to capture critical elements and interfaces of the system and present them in a relatively

easy-to-follow manner, with high level of coherency. Such architecture is easy to share among program teams and is conducive to error-free interpretations and detailed planning. Good architecture is also adaptable to efficient changes.

EXPLANATION DISCUSSION:

With availability of Lean model and since it is majorly about making value and waste in design clear for both customer and producers, a consensus on baseline design become available and it is ultimately related to Lean thinking.

SUGGESTED IMPLEMENTATION:

Promote the use of Systems Architecting in the conceptual phase of the program. Use System Architects experienced in program domain. Demand that a clear architectural description representing consensus of major stakeholders be completed during an early phase of the program and not as an afterthought. Then disseminate the architecture to program team for subsequent detailed program planning and execution. Share applicable elements of the architecture with critical suppliers.

SUGGESTED IMPLEMENTATION DISCUSSION:

Previously we mentioned the importance of making the process of Lean model and ratio development as multidisciplinary and collaborative as possible since it help disseminating the consensus on baseline design.

LAGGING FACTORS:

- Lack of culture of architecting the design.
- Lack of systems architects experienced in the domain.
- Schedule pressures driven by earned value.

LAGGING FACTORS DISCUSSION:

Lean model provides a baseline design of the buildings. In the same time the continuous developing of the model capture professionals experience into the model details.

LEAN PRINCIPLE 3: Flow (Oppenheim, 2011, p. 150).

ENABLER:6. Promote Smooth SE Flow.

SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS:

2. Be willing to challenge the customer’s assumptions on technical and meritocratic grounds and to maximize program stability, relying on technical expertise. (U=0.48)

VALUE PROMOTED: Better requirements. More direct path to the validation of the value proposition

WASTE PREVENTED: Starting the program with poor requirements leads to dysfunctional and failed programs. All categories of waste are affected.

EXPLANATION:

In an ideal world, value proposition should be perfectly captured in requirements, specifications, goals, Concept of Operations (CONOPS), and other such documents.

Yet, many acquisition programs have the funding approved and proceed to a Request for Proposals (RFP) phase with incomplete, incorrect, or mutually conflicted top-level requirements. Numerous reasons contribute to this: too many stakeholders, lack of expertise (or even competence) in the product or mission on the part of customer stakeholders, rushed jobs by government agencies pressed by funding urgency, lack of coordination of value with actual end users, rotation of government employees in the middle of value formulation, assumptions by customers that some aspects of value are self-evident and do not need to be spelled out, and many others. Deming [1982, p. 143] points out that “the customer’s specifications are often far tighter than he needs. It would be interesting to ask a customer how he arrives at his specifications, and why he needs [what] he specifies.”

Recent U.S. government publications (see Section 5.2) indicate that practically all governmental programs suffer from some of these deficiencies. Therefore, contractors must be willing to challenge customer assumptions when doing so is justified for the good of the customer and for value. The challenge must be based on technical and cost/schedule merits, not on arbitrary preference of the contractor. Changes suggested must be justified by experts.

EXPLANATION DISCUSSION:

The importance of Lean customer beside Lean producers is already discussed in Section (II.5.4). Because building are complex systems and customers values are embedded in the design details this justify to challenge customer assumption on basis of professional merits. This is the core of Lean model and ratio. Lean model express customer’s values for producers and Lean ratio motivate customer to pull according to them.

SUGGESTED IMPLEMENTATION:

This subenabler is relatively easy to implement; all that is needed are instructions from Chief SE to the program team whereby, “if you see something wrong with the requirements, including customer’s requirements, provide a solid technical justification for what and why it is wrong, and report it up the chain of command to the Program Office” (the sole party authorized to challenge customers).

SUGGESTED IMPLEMENTATION DISCUSSION:

In reality customers pay and expected to get what they paid for. The problem is about such expectations which could be a result of justifiable misunderstanding of building complexity. When professionals could advice customers but we should not expect such things to happen frequently especially when conflict of interests is existed. The strategy depend on marketing Lean ratio as good decision tools for customer to pull accordingly.

LAGGING FACTORS:

- Acceptance of everything that comes from customers as sacred, not to be challenged under any circumstances, even if it their requirements are wrong or would increase program scope.
- Rigid mental walls between the customer and the contractor stakeholders.
- Bureaucratic management.

LAGGING FACTORS DISCUSSION:

The previous discussion elaborate on the role of Lean model and ratio on challenge customer’s assumption. By involving the customers in the their development process,

the producers and customer will get more open to each others. The important point to notice here is the role of BIM in making the application of strategy as smooth as possible by automating and facilitating the required efforts which help prevent bureaucracy from slipping into the rating practice.

4.6 الممكّنات المتعلقة بمبدأ السحب:

إن الشرطين الذين حددا من أجل اختيار الممكن لم ينطبقا على أي من الممكّنات المتعلقة بالمبدأ الرابع للإنتاج السلس و هو مبدأ السحب.

على الرغم من أننا لن نناقش أي ممكن يتعلق بهذا المبدأ و علاقته مع استراتيجية توظيف تكنولوجيانا نموذج معلومات البناء إلا أن ذلك لا يعني إن هذه الاستراتيجية غير قادرة على

المساهمة في تمكين هذا المبدأ في صناعة التشييد المحلية. على العكس فإن مفهوم معامل التشييد السلس و الذي يشكل النصف الثاني للاستراتيجية يركز في الأساس على تمكين الزبون النهائي من أجل أخذ قراراته بما يتعلق بدفع السعر بشكل متوافق مع هذا المبدأ.

4.7 الممكّنات المتعلقة بمبدأ الكمال:

LEAN PRINCIPLE 5: Perfection (Oppenheim, 2011, p. 185).
ENABLER:3. Use Lessons Learned from Past Programs for Future Programs.
SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS: 4. Identify best practices through benchmarking and professional literature. (U=0.26)
VALUE PROMOTED: Improve long-term competitive position of the company.
WASTE PREVENTED: All categories of waste.
EXPLANATION: Competitive pressures in the global economy require all companies to continually improve their methods, tools, processes, products, and people. Benchmarking is an

effective way to gain legal knowledge about one's competition. This is carried out through collecting information about the competition using methods such as attending industrial fairs, reading professional literature, performing reverse engineering on competitor's products, networking at professional meetings, and visits with cooperating competitors. Whatever the method used, the goal is the same: to learn what constitutes the state of the art and how to implement and even overtake it. When benchmarking, it is important to remember that the relative positions of competitors are not static. Competitor positions change all the time; therefore, it is essential that the rate of improvement be also benchmarked. Latest inventions and designs are trade secrets beyond benchmarking. Benchmarking is usually used to compare the information normally available in the public domain: products on the market, tools and practices, unit costs, resource efficiency, goals, published strategies, suppliers, for example.

“Benchmarking is not an afterthought of organizations that are highly skilled at strategic planning. It is not a one-time event to fulfill a reporting requirement of the budget cycle. Quite the contrary, benchmarking is a hallmark of effective strategy development. It is an on-going enabler of strategic design, strategic planning, and strategic thinking.”-[Bogan, 1994, p. 178]

EXPLANATION DISCUSSION:

It is obvious that benchmarking is at the heart of the BIM implementation strategy as Lean model itself is a benchmark against the relative and temporal meaning of the consensus meaning of perfection. As all design are benchmarked against Lean model, the relative position of design is also clear and calculable which provide fair idea about how much well other competitors serve their customers.

SUGGESTED IMPLEMENTATION:

- Know your competitors and follow their actions and products.
- Institute strategic benchmarking in enterprise.
- Train managers in legal benchmarking with cooperating competitors.
- Train all employees to “keep an open eye” to new inventions by competitors and report those to management.
- Allocate budget for industry fairs and subscribe to professional literature.

SUGGESTED IMPLEMENTATION DISCUSSION:

As mentioned previously, the rating process provide useful knowledge about the competitors. This knowledge is strategic since it relates to the heart of the business: customer's values. If enough effort is made to continuously increase the credibility of Lean ratio among customers this will motivate a producer to keep developing and monitoring their competitors for sake of keeping their business alive.

LAGGING FACTORS:

- Ignorance of who the competition is and what the competition is doing.
- Failure to schedule and budget for benchmarking.

LAGGING FACTORS DISCUSSION:

With the existence of the rating, producers will always keep posted about what the competition is doing. More important, the collaborative process of Lean model developing including deep review of best rated models will allow for knowledge dissemination in term of best practices.

LEAN PRINCIPLE 5: Perfection (Oppenheim, 2011, p. 187).

ENABLER:3. 3. Use Lessons Learned from Past Programs for Future Programs.

SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS:

5. Share metrics of supplier performance back to suppliers so they can improve.
(U=0.39)

VALUE PROMOTED: Right the first time supplies, more predictable budget and schedule, reduction of frustrations between buyers and suppliers.

WASTE PREVENTED: All categories of waste.

EXPLANATION: As stated under several enablers, modern programs buy 60 to 95% or more of final value from vendors. Therefore, healthy relationships with suppliers are critical for success. “If we are going to be a benchmark supplier of equipment, our suppliers need to be benchmark suppliers of parts.” (Anthony Pollock, Commodity Operations Manager at Xerox, [Bogan, 1994, p. 175]).

Even though suppliers may use their own metrics of performance, if buyers also measure suppliers’ performance, these metrics should be shared with each supplier. The sharing indicates to suppliers where they are good and where improvements are needed in the eyes of the buyer. This tends to continually improve the buyer-supplier relationship and enables it to approach the asymptote of a seamless partnership. Popular metrics address quality, price, lead time, dependability, ability to operate and deliver JIT, cultural compatibility, responsiveness, and others. “Developing capable suppliers is of strategic importance for organizations such as Xerox and a growing number of other leading companies. With capable suppliers, an organization has a better chance of succeeding in its chosen markets.” [Bogan, 1994, p. 175].

EXPLANATION DISCUSSION:

Sub contracting play a major role in final value production especially in small projects where no party has already employed specialized crews. Even the major focus of the strategy is not construction phase but design one, it indirectly improves the relationships among different parties of a project. This happens by informing the customer about the amount of waste produced during the construction phase by comparing the Lean expected price with actual price. The resulted understanding of such issue will improve customer position in negotiation and hence motivate producers to seek seamless partnerships to attend better profit margin.

SUGGESTED IMPLEMENTATION:

- Implement a few well–thought-out key metrics of each supplier’s performance. The metrics should measure those parameters that are important to the buyer’s value creation and not be bureaucratic.
- Share the supplier performance with each supplier in the spirit of continuous improvement and partnership.
- Implement modern methods for supply chain management (hire an expert or

send a manager to school for a graduate degree in supply chain management).

SUGGESTED IMPLEMENTATION DISCUSSION:

Although the strategy does not contribute to direct implementation of previous suggestion, it motivate producers to implement them.

LAGGING FACTORS:

- Hands-off and over-the-wall relationships with suppliers.
- Selecting suppliers from the lowest bid.
- Blaming suppliers for buyer's own problems.

LAGGING FACTORS DISCUSSION:

We cannot expect strategy to cease hands-off and over the wall relationships, but by continuously integrating BIM into the market and bringing more automation into the rating process such phenomenon will decrease. Also benchmarking final results against customer's values will contribute diminishing the culture of opting for lower prices and the chaos of problems' responsibility by empowering the decision of customer.

LEAN PRINCIPLE 5: Perfection (Oppenheim, 2011, p. 191).

ENABLER:4. Develop Perfect Communication, Coordination, and Collaboration Policy across People and Processes.

SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS:

2. Include communication competence among the desired skills during hiring. (U=0.29)

VALUE PROMOTED: Effective communication among program stakeholders.

WASTE PREVENTED: All categories of waste.

EXPLANATION: An employee who possesses effective verbal and written communication skills "is worth his or her weight in gold." Yet, engineers and managers are often hired on the basis of technical skills, achievements, and experience, without regard for ability to communicate. The present subenabler promotes including a check of communication competence in the hiring process. The practice of selecting candidates by computer scanning resumes for key words should be abandoned if practiced. Such selection ignores all the soft skills of a person, the energy, passion, enthusiasm, as well as nontechnical competencies, such as:

- Concise communication skills.
- Creativity (thinking outside the box).
- Teamwork.
- Ability to grasp situations quickly and thoroughly.
- Discipline to work consistently under strict time lines.

A person possessing these skills is likely to train, adopt, and perform better in many work situations. These skills are considered routinely when hiring at Toyota: "Each engineering applicant goes through a series of intensive interviews designed to provide a comprehensive look at personal characteristics that determine whether a prospective hire will fit within the Toyota culture." [Morgan and Liker, 2006, p. 169]

EXPLANATION DISCUSSION:

In context of our research environment, the concept of hiring as it is in a regular company is not present here. Most of the market are freelance professionals and suppliers. Nevertheless, the concept of communication quality should be considered as important. The strategy is based on the assumption that better understanding will bring better communication and collaboration. Lean model and ratio brings more understanding of waste and values. The most important promise of the strategy in term of better communication and collaboration is the gradual utilization of BIM. This is expected to happen through continuous requiring of better Lean price and more advanced analysis for Lean model. This suppose to create a need for BIM utilization. The discussion of suggested implementation and lagging factors are not discussed because it is mainly about hiring practices.

SUGGESTED IMPLEMENTATION: The importance of effective communication must be stressed in every program. A check of soft skills listed above should be routinely included in any process of hiring engineers and managers, but particularly so for Systems Engineers whose job includes coordination of the work of others. Such a test should be devised jointly by a small team comprised of both System Engineers and Human Resource managers. Examples follow:

- The request “Please tell me about yourself” forces the interviewee to demonstrate oral skills under stress.
- A request to write a sample memo on an assigned topic will reveal writing skills.
- A request to describe “preferred policies for effective communications and coordination” (or equivalent) reveals whether the candidate is aware of these critical needs.

LAGGING FACTORS:

- Good communications not valued in the enterprise.
- Hiring focused only on technical skills.
- Computer scanning of resumes.

4.8 الممكّنات المتعلقة بمبدئ احترام الكادر البشري:

LEAN PRINCIPLE 6: Respect for People (Oppenheim, 2011, p. 206).

ENABLER:2. Build an Organization Based on Respect for People.

SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS:

1. Create a vision that draws and inspires the best people. (U=0.58)

VALUE PROMOTED: Extraordinary systems can be created by an extraordinary team of professionals who become inspired by a great leader.

WASTE PREVENTED: All categories of waste.

EXPLANATION:

History is rich with examples of extraordinarily successful human endeavors led by

visionary leaders. Some examples include Skunk Works, led by Kelly Johnson and later Ben Rich; early Northrop company, led by Jack Northrop; U.S. Nuclear submarine program, led by Admiral Rickover; Toyota Prius, led by Akihiko Otsuka; early Microsoft, led by Bill Gates; the Apple I-products, led by Steve Jobs; and numerous others. All these programs were led by strong leaders who projected inspiring visions, manifested high levels of competence, and were able to build amazing teams of professionals to create extraordinary products. The best companies place such leaders at the top of the corporate hierarchy and reward accordingly (in contrast to the present appalling trend of offering astronomical salaries to CEOs who focus only on short-term financial gain.) Many recent defense programs have departed strongly from those early industrial successes and are now characterized by impersonal management dissolved among many individuals, and organizations and technical leadership replaced by bureaucrats counting artifacts.

EXPLANATION DISCUSSION:

It is a fact that we need a good and clear vision before we expect a good product. The problem in our context that the idea of leadership is malleable and depends on the nature of the temporal coalition of the project. Sometimes the customer himself is the leader. Other times the leader could be one of the professionals or the contractor. We should not expect that every one lead is able to formulate a vision. With existence of Lean model and being major part of customer criteria, it could be considered a common technical vision.

SUGGESTED IMPLEMENTATION:

Companies should make every effort to find, hire, groom, and treasure the best technical leaders they can find. In the corporate pecking order, a good technical leader should be valued and rewarded higher than managers who are only focused on short term financial metrics. Once a leader is hired, he or she should receive maximum institutional support. Government should support technical leadership.

SUGGESTED IMPLEMENTATION DISCUSSION:

In our context, effort should be made to make Lean model and Lean ratio continuously better and clearer. In the same time effort should be made to make them Leaner so they gain more credibility among stakeholders and become common and inspiring technical vision.

LAGGING FACTORS: Bureaucratic, leaderless, dissolved management focused on short-term financial performance.

LAGGING FACTORS DISCUSSION:

Most of previous lagging factors are already discussed unless leaderless. As we previously mentioned that local construction projects do not have a clear leader. Lean model compensate for the lack of technical leadership.

LEAN PRINCIPLE 6: Respect for People (Oppenheim, 2011, p. 207).

ENABLER:2. Build an Organization Based on Respect for People.

SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS:

2. Invest in people selection and development to promote enterprise and program excellence. (U=0.46)

VALUE PROMOTED: Great employees are the best means for creating best value and preventing all categories of waste.

WASTE PREVENTED: All categories of waste.

EXPLANATION: This subenabler emphasizes the importance of seeking highly competent and motivated employees that will benefit a company in the long run. Most companies examine a candidate's skills and educational background to see if he or she will be a good fit. However, great companies go farther: "In a lean PD system, being an engineer is a calling rather than a job" [Morgan and Liker, 2006, pp. 223–224].

EXPLANATION DISCUSSION:

In our context we are seeking highly competent and motivated buildings professionals and contractors.

SUGGESTED IMPLEMENTATION: Hire employees for long-term employment, based on their entire worth: not only narrow professional skills and experience, but also teamwork abilities, learning, communication, adaptability, and leadership skills, or potential. Then, invest in employee development: train and rotate employees to become acculturated to the company's best habits and processes, becoming enthusiastic members and leaders of their teams.

SUGGESTED IMPLEMENTATION DISCUSSION:

Lean ratio concept will create the need for professionals and contractors to acquire the required skills to satisfy customer expectation (i.e. Lean model) with minimum waste. This could mean anything from learning best practices to utilizing new technology as BIM.

LAGGING FACTORS:

- Hiring for an immediate short-term technical need.
- Hiring based on scanning of resumes for key words.
- Expediency.
- Treating employees as commodities.

LAGGING FACTORS DISCUSSION:

The availability of training for producers on new skills and practices does not necessarily mean better value and less waste if the end result was passing a specific condition. It could help emphasize the expediency culture in the market. If such investments in making training available is happened after a healthy competitive environment is set, it could consider a step toward perfection. As discussed previously, Lean ratio help attain such environment.

LEAN PRINCIPLE 6: Respect for People (Oppenheim, 2011, p. 208).

ENABLER:2. Build an Organization Based on Respect for People.

SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS:

3. Promote excellent human relations: trust, respect, honesty, empowerment, teamwork, stability, motivation, drive for excellence. (U=0.71)

VALUE PROMOTED: Vastly better teamwork skills, enthusiasm for work,

creativity, energy, focus.

WASTE PREVENTED: All categories of waste.

EXPLANATION:

The individual aspects listed in subenabler 6.2.3 carry rich practical meanings, as follows:

Trust: Each employee must trust his or her colleague in any transaction. Each knows that the colleague making a request or answering a question does so for a legitimate reason and not for his or her own personal benefit. Both individuals must trust each other's intent to maximize value while minimizing waste. In case of conflict, they should try to negotiate together with focus on customer value.

Respect: People who are respected tend to respect others, which is conducive to a healthy culture focused on value, creativity, and continuous improvement. In contrast, people working in a culture lacking mutual respect tend to think mostly of grievances and frustrations.

Honesty and openness: The parties in any communication must trust each other that the information provided represents an honest and open assessment based on available facts and professional judgments and is not driven by private interests. The openness means that all stakeholders receive the same message.

Empowerment: The employees who feel empowered to make decisions and solve problems at the lowest level, and to resolve conflicts at the lowest level, tend to utilize their creativity and responsibility more than those who feel disciplined to carry out only direct orders of managers.

Teamwork: Practically all employees and stakeholders involved in modern PD programs work in teams. The ability to work effectively on a team and reach consensus is critical for success.

Stability: In complex programs the time needed to become an effective team member experienced in the domain and company culture takes years and requires dedication. Employees should be given an environment conducive to focus on work, and job stability is a critical element of that environment. In contrast, amid fear of layoffs, employee energy tends to shift toward finding other work.

Motivation: In a normal system, except in rare cases (such as substance abuse, excessive absences, and criminal acts) that, according to Deming [1982] constitute only a small percentage of the workforce, the vast majority of employees at all levels want to work well. The role of an employer is to provide employees with a work environment that is based on respect, empowerment, trust, good communications, teamwork, mutual support, lack of internal rivalry, fair evaluations, and the sense that value in the organization is being pursued and waste minimized at all times.

Drive for excellence: Again, except for rare cases, pursuit of excellence is a powerful human desire. Employees should be given a chance and encouragement to pursue excellence, and be rewarded for doing so.

EXPLANATION DISCUSSION:

Trust: Lean model insures that individual intent is maximizing value while minimizing waste.

Respect: considering the strategy as a benchmarking system help a local stakeholder to compare and evaluate others experience and skills on solid basis. Such view help spread the respect culture of others.

Honesty and Openness: as the rating process is conducted by an independent party (or server), this help increase honesty among individuals. In the same time as the strategy drive toward BIM utilization this increase the openness of communications.

Empowerment: Because Lean model is based on analysis and not specific requirements this allows for better utilization of individual creativity.

Teamwork: Lean model represent a consensus of customer's requirements among producers. Such consensus help teams to works more effectively especially when BIM is implemented.

Stability: when stability in general means security against layoffs, in our context it means that adaptation of Lean thinking, practices and culture will increase profit. This happen through increasing the credibility of Lean ratio among customer.

Motivation: as discussed previously, the strategy help building a work environment that is based on respect, empowerment, trust, good communications, teamwork, mutual support, lack of internal rivalry, fair evaluations, and the sense that value in the organization is being pursued and waste minimized at all times.

Drive for Excellence: by continuous upgrading of Lean model producers will be given a chance and encouragement to pursue excellence. Lean ratio will insure that they are being rewarded for doing so.

SUGGESTED IMPLEMENTATION: Implementation of great work culture is said to be the most difficult aspect of management. It requires:

- Long-term thinking and long-term efforts.
- True leadership from enterprise leaders.
- Tangible policy to disseminate the best practices throughout the enterprise.
- A policy of hiring based not only on technical competence but also on excellent interpersonal skills.
- Frequent and effective mentoring at all levels of management.
- Formal training and exposure to best examples.
- Mentoring.

SUGGESTED IMPLEMENTATION DISCUSSION:

Most of these suggest implementation has been discussed separately in previous subenablers. In term of monitoring we already have a process in the local market. With Lean model the process will be more effective since the new producers will be mentored in light of customer values and not their personal values.

LAGGING FACTORS:

- Authoritarian management.
- Excessive focus on short-term financial performance rather than long-term competitiveness.
- Bad hiring practices (focused only on technical skills or minimum wages).
- Lack of leadership.
- Unfair compensation policies.
- Adversarial relationships between unions and management.
- Lack of job stability, frequent layoffs.

LAGGING FACTORS DISCUSSION:

Many of previous lagging factors have been discussed separately in previous subenablers. In term of adversarial relationships between unions and local producers, both Lean model and the process of its developing help build a consensus for sake of customer values.

LEAN PRINCIPLE 6: Respect for People (Oppenheim, 2011, p. 211).

ENABLER:2. Build an Organization Based on Respect for People.

SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS:

4. Read applicant’s resume carefully for both technical and nontechnical skills and do not allow mindless computer scanning for keywords. (U=0.50)

VALUE PROMOTED: Best competitive products require best teams with best employees hired for a long-term employment.

WASTE PREVENTED: All categories of waste.

EXPLANATION: A sad recent practice in large corporations is to filter job applicants’ resumes using computer scanning for keywords. This is done to save a few jobs in the Human Resource Department, a dramatic example of shortsighted cost cutting. All human beings, even at entry level, are complex individuals with rich biographies, experiences, accomplishments, interests, creativity levels, leadership skills, temperament, and passion. It is precisely these intangible features rather than the mechanical side of the professional knowledge that separate mundane workers from creative enthusiasts and leaders. This scanning practice ignores all these wonderful human aspects and focuses on the technical keywords, selecting people as commodities rather than assets. Toyota is a classical example of hiring for lifetime employment: “This is why Toyota puts such a tremendous effort in finding and screening prospective employees. It wants the right individuals to train and empower to work in teams. When Toyota selects one person out of hundreds of job applicants after searching for many months, it is sending a message—the capabilities and characteristics of individuals matter” [Liker, 2004, p. 186].

EXPLANATION DISCUSSION:

There is no clear hiring process in the local market, but there is a mentoring one. In nutshell, the mentoring process require that any new engineer should be monitored for 5 year by a senior engineer. Lean model is expected to affect the process of accepting

new engineering for coaching.

SUGGESTED IMPLEMENTATION:

If computer scanning for keywords is practiced, abandon it immediately. Train the Human Resource employees who filter resumes to pay attention not only to professional qualifications, but also, and with emphasis, to the above intangible human aspects. Working with experts, develop tests for identifying the best human characteristics, to be sought during hiring process.

SUGGESTED IMPLEMENTATION DISCUSSION:

With existence of Lean model and ratio, senior engineer will consider many skill of the new engineer which help them design better buildings.

LAGGING FACTORS:

- Hiring based on resume scanning for keywords.
- Hiring for an immediate short-term need.
- Treating employees as commodities.

LAGGING FACTORS DISCUSSION:

With Lean model and ratio, the process of accepting new engineers for coaching will be based on the skill that they possess so the office of senior engineer could gain competitive advantage in term of the continuously developing Lean model.

LEAN PRINCIPLE 6: Respect for People (Oppenheim, 2011, p. 215).

ENABLER:2. Build an Organization Based on Respect for People.

SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS:

6. Promote and honor technical meritocracy. (U=0.83)

VALUE PROMOTED: Better motivation to enter and continue in the engineering profession, larger pool of engineers available for PD and SE, healthier human relations at work.

WASTE PREVENTED: All categories of waste.

EXPLANATION: The present subenabler promotes a broad reversal of these trends. After all, the products being designed, built, and used are still satellites, aircraft, ships, cars, computers, and other such goods, and not stock reports. The companies making these goods can remain competitive only if their products are competitive. In order to make them so in the long term, intensive long-term R&D is needed. Excellent creative technical people are needed to carry out R&D and their subsequent engineering development programs. Therefore, this subenabler should be interpreted to mean:

- Promote based on technical meritocracy and not financial or political expediency.
- Improve professional standing of engineers relative to financial managers on all scales: compensation, prestige, perks.
- Promote long-term focus on internal R&D, even if short-term dividends suffer.
- Make every effort to make the engineering profession attractive to high school

graduates.

- Government must also strongly promote long term R&D.

EXPLANATION DISCUSSION:

Lean model is a set of different analysis that measure customer's value in the design. Designing with Lean model as a technical vision requires high technical skills. Since lean ratio is weighted by how much customer's values the design embed, the expected profit of the projects relates directly to the technical skills of the involved engineers. This eventually will lead for more appreciation of the engineers role.

SUGGESTED IMPLEMENTATION:

- The corporate boards of high-tech firms must recognize that without long-term R&D there is no long-term future.
- In order to develop R&D, the balance between financial and technical corporate forces must change in favor of technical.
- In order to make the engineering profession more attractive, engineers must be recognized at least as highly as financial managers in prestige and compensation.
- The government acquisition policy must support long-term R&D in high-tech companies.
- Engineers must be promoted based on technical merit.

SUGGESTED IMPLEMENTATION DISCUSSION:

Linking profit with technical skills of engineer assign more appreciation for engineers roles and help recognized their critical role in the projects. In the same time, continuously developing the model drives professional for more training and educating which are the basis of long term R&D process.

LAGGING FACTORS:

- Financial pressures to maximize short-term profits.
- Government pressures to pay only for PD programs and not for any long-term R&D.
- Corporate policy of valuing financial managers higher than engineers.

LAGGING FACTORS DISCUSSION:

Sustaining the effect of Lean model and ratio is a consequence of their continuous development. Adopting such strategy will generate pressure on government and municipalities to invest in long term R&D.

LEAN PRINCIPLE 6: Respect for People (Oppenheim, 2011, p. 217).

ENABLER:2. Build an Organization Based on Respect for People.

SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS:

7. Reward based upon team performance and include teaming ability among the criteria for hiring and promotion. (U=0.25)

VALUE PROMOTED: Better PD team is conducive to better creation of value with less waste in faster time.

WASTE PREVENTED: All categories of waste.

EXPLANATION:

A leftover of the discredited “X-theory” of management, rivalry between workers on the same team is destructive. Competition is healthy among competing teams but not among players on the same team. We tend to understand it well in the context of sports but not work: Imagine a mountain-climbing team in which climbers compete for ropes and hooks instead of securing one another.

All employees in an enterprise should work together as a team aligned to create value with minimum waste in the fastest possible time. Teamwork means that more experienced individuals mentor and help those less experienced, because enterprise wins if the team as a whole performs better than its competitors.

This subenabler promotes two practices, as follows. First, the teaming ability should play an important part among the criteria for hiring and promotion. Second, an employee bonus should be based, at least partly, on the entire team performance rather than individual performance.

EXPLANATION DISCUSSION:

Beside considering values embedded in the design, lean ratio consider perfect constructing of this design through the concept of Lean price. By comparing Lean price to actual price the constructing waste could be calculated. If a crew does not anticipate the need of other crew, this will create a vicious cycle of waste in term of modification, more work or any other type of waste for other crews. Hence, to attain a good ratio the general contractor should focus on the accumulation of all crews effort rather than their separate performance.

SUGGESTED IMPLEMENTATION:

- Include teaming ability among the criteria for hiring and promotion. Create special questions and tests to be used during the hiring interview process to detect the ability or lack thereof. Include teaming ability in annual evaluations.
- Reward based upon team performance. Make the total compensation consist of three components: base pay commensurate with education, experience and position, plus a bonus (identical for all team members) dependent on the entire team performance, plus an individual bonus for continuous improvement.

SUGGESTED IMPLEMENTATION DISCUSSION:

It is clear from previous discussion how Lean ratio motivate better level of coordination among different crews and individuals for sake of minimum waste.

LAGGING FACTORS:

- The “X-theory” management, lack of teamwork.
- Rivalry among individual team members.
- Hiring only for technical skills.

LAGGING FACTORS DISCUSSION:

Attaining better Lean ratio need different crews and individuals to loose the rivalry spirit for sake of waste minimizing and their profit margin.

LEAN PRINCIPLE 6: Respect for People (Oppenheim, 2011, p. 227).

ENABLER:2. Build an Organization Based on Respect for People.

SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS:

14. Prefer physical team co-location to the virtual co-location. (U=0.44)

VALUE PROMOTED: Vastly better communication, coordination, planning, and resolution of issues in real time

WASTE PREVENTED: All categories of waste.

EXPLANATION:

In large complex PD programs, the need to plan, discuss, brainstorm, negotiate, coordinate, and resolve issues and risks occurs frequently indeed. The subenabler promotes face-to-face meetings of co-located stakeholders, where possible. Such meetings are incomparably more effective than even the best video conferencing technology. There is a certain intangible psychological magic in face-to-face interactions, which is conducive to more effective decision making. Human beings have practiced such interactions for tens of thousands of years and developed them to a high level of art. Body language is a critical component of communication, especially in difficult and stressful situations (which are frequent in PD work). People meeting in one room engage both sides of the brain, which is said to improve creativity. This is also important for brainstorming and negotiations. It engages the power of teamwork and consensus building. Cross-talk or even cross-looks among individuals in the room are all important, if intangible, signals of communications.

In contrast, virtual meetings are not nearly as effective. Most people speaking to a camera tend to act in an artificial manner, “playing the part.” People tend to be more bureaucratic and more formal, and thus, less creative. Usually only the speaker’s face is seen, and the reactions of the colleagues are not. The quality of a meeting goes down as bandwidth narrows. Telecoms are less effective than video conferencing and electronic chats less than telecoms, and so on. Of course, co-location alone is not a guarantee of a good meeting, but the lack of co-location is always a detriment.

EXPLANATION DISCUSSION:

The strategy does not contribute to this subenabler. Nevertheless, a possible application of this subenabler is possible by stressing on physical co-location of customers in the process Lean model and ratio development and not confining their contribution only to survey feedback.

SUGGESTED IMPLEMENTATION: For important meetings, perform a quick cost-benefit analysis of co-location versus virtual meeting. Evaluate the cost of transporting key people to a common least expensive location (direct travel cost and the cost of time during travel, hotel, per diem) and compare it to the cost of potentially less-than-perfect decisions made in the absence of co-location. While the latter may be difficult to estimate accurately, past experience should be used as a guide: Just think of all those PD programs that failed, or experienced significant cost and schedule overruns, because of bad decisions, lack of consensus, lack of good planning, failure to address and resolve issues fully, bad communications, and many other issues. The Lean approach strongly promotes co-location for all planning and

integrative events.

SUGGESTED IMPLEMENTATION DISCUSSION:

The strategy does not contribute to this subenabler.

LAGGING FACTORS:

- Large geographical distribution of stakeholders.
- False belief that electronic and automated means of communication are as good as direct human communications.
- High cost of travel.
- Objective obstacles to travel (e.g., natural disasters and airline strikes).

LAGGING FACTORS DISCUSSION:

The strategy does not contribute to this subenabler.

LEAN PRINCIPLE 6: Respect for People (Oppenheim, 2011, p. 229).

ENABLER:3. 3. Expect and Support Engineers to Strive for Technical Excellence.

SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS:

1. Establish and support Communities of Practice. (U=0.67)

VALUE PROMOTED: Effective sharing of knowledge, experience, and wisdom among engineers of like specialty and interests promotes value creation.

WASTE PREVENTED: All categories of waste.

EXPLANATION: The high complexity of modern PD programs and the vast rate of change of engineering and scientific knowledge require that individual engineers and managers should have accessible opportunities to draw from and share their knowledge, experience, and wisdom with their peers. The most effective platform for informal sharing is a community of practice promoted by this subenabler. It can be organized at a number of levels: within a department among engineers of the same specialty, within an enterprise, within a local chapter of a professional society, and within national or even international professional societies, as listed below. Engineers participating in such communities of practice tend to stay au courant (up to date) on latest developments in their profession, department, or enterprise, learn faster, and overall become better engineers than those who do not.

EXPLANATION DISCUSSION:

The continuous process of Lean model and ratio development require periodical meetings of all kind of stakeholders. The technical and multidisciplinary nature of Lean model emphasis the role of engineers in such meeting.

SUGGESTED IMPLEMENTATION:

- Department level: The engineers of a like specialty meet periodically to discuss their case studies, good ideas as well as failed ones, share solutions or actions, dos and don'ts, and their experiences and wisdom. These meetings should be informal, pleasant, and free of work hierarchy, while focused on

honest sharing of knowledge, experiences, and wisdom. Snacks or meals are always welcome and are a good investment. Better case studies ought to be written up and made available in a database to all engineers of a given specialty.

- Enterprise level: Just like the departments, but involving all engineers of a given specialty from all divisions of an enterprise. Normally, this community of practice needs a bit more formality than the departmental level, e.g., emailing list, regular meeting times, a convenient location, and advertised agenda.
- Local chapter of a professional society: Professional societies have a long and rich tradition of organizing local chapters for sharing knowledge. These chapters organize periodic meetings as occasions for both networking and sharing knowledge via seminars, tutorials, and workshops. The knowledge shared tends to be less company- specific and more generic.
- National/international professional society: Engineering professional societies operating at national or international levels offer numerous benefits for a community of practice: conferences, tutorials, workshops, short courses, journals, books and newsletters, peer review, lobbying services, and even financial services (credit unions and insurances).

SUGGESTED IMPLEMENTATION DISCUSSION:

In our context we are only interested in local chapter of professional society. As mentioned previously the process of development mandate periodic meetings. The goal of this meeting is making Lean model more perfect. In other words, this means adding, modifying, and replacing the required analysis by the model. During such meetings different interpretation of customer's values are discussed and knowledge about best practices for designing and performing the required analysis is shared. Such meeting is big opportunity for more BIM utilization among local professional.

LAGGING FACTORS:

- Departments that are so busy with daily work that no time is left over for any other activity.
- Remote geographical location, making access to a common site impractical.

LAGGING FACTORS DISCUSSION:

If Lean model and ratio are kept unchanged the rating process will be interpreted as a mandate routine which will hurt its ultimate goal: empowering Lean thinking. Hence, the continuous process of development will keep the local society active and not only busy with routines.

LEAN PRINCIPLE 6: Respect for People (Oppenheim, 2011, p. 231).

ENABLER:3. Expect and Support Engineers to Strive for Technical Excellence.

SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS:

2. Invest in Workforce Development. (U=0.83)

VALUE PROMOTED: Well-developed engineers are capable of creating value more competitively.

WASTE PREVENTED: Well-developed engineers are capable of reducing all kinds of waste.

EXPLANATION: The engineering profession faces two continuous challenges: exponentially growing engineering knowledge and the growing complexity of products and PD programs. Both require that every engineer should continuously develop his or her knowledge and skills. In order to stay competitive, PD companies should provide well-designed opportunities for development and treat associated costs as an investment. Popular development activities include formal training, mentoring, rotations through key functions, formal university-level courses, certificate and degree programs, short courses and tutorials, webinar courses, professional society lectures, participation in communities of practice, and, in exceptional cases, scholarly sabbaticals and internships at scholarly institutions.

“In a lean system, people learn best from a combination of direct experience and mentoring. Excellent engineers that fit in with a high-performance PD do not graduate from college ready baked to handle important projects; they are built slowly from scratch. Toyota has always recognized this truth and has developed rigorous selection and training processes to support it.” [Morgan and Liker, 2006, p. 163].

EXPLANATION DISCUSSION:

Buildings are complex product in nature. Even though, the complexity of building is growing with new emerging issues are being considered as design criteria as energy saving. Lean model mainly focus on the design phase of the building. Such focus and with its continuous development, Lean model create a need for continuous development of professionals knowledge and skills in order to stay competitive and score high rate.

SUGGESTED IMPLEMENTATION:

Each corporation should develop a formal program and budget for workforce development. The educational path should be well designed, consistent with a company’s long-term strategy and mission. Large companies can enter into agreements with teaching institutions to offer well-designed qualified education at a discount.

SUGGESTED IMPLEMENTATION DISCUSSION:

The strategy role is about creating a motive for engineer to develop his or her knowledge. In the same time, the strategy allows for agreements with teaching institution on the ground of customer’s values. The training curricula could consider Lean model as their goal. It is important to notice that BIM technology will become sooner or later a training material. In light of the strategy, it will not seen as only a software but also a catalyst for IPD.

LAGGING FACTORS:

- Expectation that engineering education (college level or MS level) is sufficient to immediately start productive engineering work.
- No workforce development opportunities in the workplace.
- Employees driven too hard to have any time or energy left for development.
- Only on-the-job training without mentoring (which really means no training, and junior engineers repeating the same mistakes all the time, causing program delays).

LAGGING FACTORS DISCUSSION:

In contrast to engineering education which focus on scientific principles of a discipline, Lean model is about customer's value which is the real productivity. Beside identifying the gap between education and productive engineering work, the strategy clarify the need for workforce development. In the same time clarify the need for mentoring so mistakes do not be repeated and high rating is possible.

LEAN PRINCIPLE 6: Respect for People (Oppenheim, 2011, p. 235).

ENABLER:4. Nurture a Learning Environment.

SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS:

1. Perpetuate technical excellence through mentoring, training, continuing education, and other means.(U=0.82)
2. Promote and reward continuous learning through education and experiential learning.(U=0.36)
4. Pursue the most powerful competitive weapon: the ability to learn rapidly and continuously improve.(U=0.55)

VALUE PROMOTED: Sustain competitiveness by rapid effective learning and improving in product development faster than competitors.

WASTE PREVENTED: All categories of waste.

EXPLANATION: As described under subenabler 6.3.2, investment in workforce development is one of the best long-term investments companies can make if they desire to be competitive. This is particularly important for organizations involved in high-tech PD, where knowledge explodes exponentially and rapid learning is critical for success. For such companies effective continuous learning and improvement is not an option; it is a critical aspect of a Lean organization. The present three subenablers (6.4.1, 6.4.2, and 6.4.4) address three mutually complementary aspects of learning for technical excellence. Subenabler 6.4.1 is generic: It promotes an enterprise-wide implementation of best learning practices, including mentoring, training, continuing education, and other means. Subenabler 6.4.2 is more specific: It calls for an explicit practice of rewarding continuous learning through formal education and experience-based learning. Finally, enabler 6.4.4 calls for creating and sustaining a company environment, infrastructure, and culture that permits rapid learning.

EXPLANATION DISCUSSION:

In Lean thinking, effective continuous Learning is not optional if competitive

advantages is desired. A fundamental role of the strategy is linking competition in light of customer's values with profit. This happens as discussed through making Lean ratio a major decision criterion for customer. In this sense the strategy motivate stakeholders to consider effective continuous learning a necessity for competition especially that Lean model is in continuous development.

SUGGESTED IMPLEMENTATION:

The companies involved in PD should implement the entire menu of learning activities, including:

- Formal in-house training and mentoring by more experienced engineers.
- Rotations of engineers through key functions.
- Formal university-level courses.
- Advanced certificate and degree programs.
- Lectures, short courses and tutorials offered by professional societies and experts.
- Participation in communities of practice.
- For exceptional individuals, scholarly sabbaticals and internships at scholarly institutions.

A special budget and infrastructure are needed to administer these educational activities. A system of rewards should be implemented, such as reasonable time off for education, easy access to courses and instructors, an easy-to-use rotation system, bonuses for tangible learning outcomes, and an information system (on company intranet) about local educational events such as Ed fairs.

When a situation calls for rapid learning and improvement (e.g., when a new technology, tool, or competition appears), the company should be prepared to quickly organize a short course, a lecture by an expert, or similar educational experience, and invite stakeholders (employees and possibly key suppliers) to attend.

SUGGESTED IMPLEMENTATION DISCUSSION:

As discussed previously, the strategy motivate producers to think of continuous learning as necessity for competition. Such motivating will eventually translated into budget and time assigned for suggested previous implementation. The important point to notice is that Lean model contribute in making the learning process effective as it is developed around customer's values the ultimate goal of a business. This is specifically true in light of the new technology BIM. Basing Lean model on analysis of the design and not specific requirements for the design increase the need for integration and collaboration. In the same time, Lean ratio increase the need for IPD consistent procedural changes.

LAGGING FACTORS:

- Not enough budget for continuous learning.
- Employees driven so hard that no time or energy is left for education.
- Continuous learning not rewarded or appreciated.
- Lack of education infrastructure.
- Lack of policies and recognition for rotations and mentoring.
- Companies ignorant about the local university educational programs.

LAGGING FACTORS DISCUSSION:

As discussed previously, the strategy motivate assign budgeted and time for the process of continuous learning. On the other side, involving universities and other educational

infrastructure in the process of developing the two concepts of the strategy (Lean model and ratio) increase their awareness of industry need.

LEAN PRINCIPLE 6: Respect for People (Oppenheim, 2011, p. 237).

ENABLER:4. Nurture a Learning Environment

SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS:

3. Provide knowledge experts as resources and for mentoring. (U=0.45)

VALUE PROMOTED: Wisdom and experience of experts promotes excellence throughout the PD enterprise.

WASTE PREVENTED: All categories of waste.

EXPLANATION:

Practically all large PD enterprises have numerous in-house experts. Normally, these are senior people of recognized wisdom and achievement. The present subenabler promotes making these experts available for internal consultations and for mentoring more junior engineers and managers, just as university professors hold office hours for advising students. This practice is conducive to sharing of the wisdom of experts across the enterprise.

Liker [2004, p. 182] describes an interesting practice at Toyota: “Toyota leaders, by having a combination of in-depth understanding of the work and the ability to develop, mentor, and lead people, are respected for their leadership abilities. Toyota leaders seldom give orders. In fact, the leaders often lead and mentor through questioning. The leader will ask questions about the situation and the person’s strategy for action, but they [sic] will not give answers to these questions even though they have [sic] the knowledge....The roots of Toyota leadership go back to the Toyoda family who developed Toyota Way Principle 9: ‘Grow leaders who thoroughly understand the work, live the philosophy, and teach it to others.’”

EXPLANATION DISCUSSION:

The wisdom of experts could save industry a lot of waste mainly rediscover the wheel kind of waste. Even though the strategy does not call for direct mentoring and training of local producers by the experts, it seeks to integrate their wisdom within its concepts. The process of developing Lean model should involve such experts, especially in the process of selecting and prioritizing the required analysis. In the same time, estimating of fair lean price should be done by such experts. As discussed previously, Lean model and ratio could be viewed as common vision among local producers. Involving experts in developing this vision encourage producers to adopt best practices for sake of satisfying it.

SUGGESTED IMPLEMENTATION:

- Prepare a directory of in-house subject matter experts listing their fields and access (names, phone, email, physical location, office hours for consultation).
- Verify that the experts are willing to devote a few hours per week to inside consultations.

- Make the directory available to junior engineers and managers and encourage them to seek the expert's help.
- If practical, employ recently retired experts for this purpose. These retired people often appreciate the recognition and also enjoy passing their wisdom on to the following generation. The enterprise may benefit from their experience and wisdom, and the cost of a few hours per week is minimal.
- Let new engineers capture the wisdom of "gray hair" experts. Use a knowledge management strategy and do not wait until the experts retire or leave the company.

SUGGESTED IMPLEMENTATION DISCUSSION:

The end result of all previous suggestions is capturing wisdom of experts and passing it to the following generations. The strategy does not directly any direct action toward such end, but it motivate producers to ask and benefits of the available wisdom to enable better rating.

LAGGING FACTORS:

- Experts overutilized in current active programs with no time left for sharing.
- Experts not willing to share.
- Experts saying: "when I was young I did not ask for help, so why should I now help others?"
- Fear of layoff: "If I tell them everything I know, they will let me go."

LAGGING FACTORS DISCUSSION:

The strategy does not encourage share of experts' wisdom. In contrary, it could encourage the unwilling of share so wisdom owners keep their competitive advantage and score higher in the rating. This could be resolved partly by fairly compensating experts for training the new generation.

LEAN PRINCIPLE 6: Respect for People (Oppenheim, 2011, p. 239).

ENABLER:4. Nurture a Learning Environment.

SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS:

5. Value people for the skills they contribute to the program with mutual respect and appreciation. (U=0.45)

VALUE PROMOTED: Trust and respect that every employee will do his or her job so that we are successful as a company.

WASTE PREVENTED: All categories of waste.

EXPLANATION: Sam Heltman, Senior Vice President of Administration at Toyota Motor Manufacturing, North America (one of the first five Americans hired by Toyota, Georgetown), said it well: "Respect for people and constant challenging to do better —are these contradictory? Respect for people means respect for the mind and capability. You do not expect them to waste their time. You respect the capability of the people. Americans think teamwork is about 'you liking me and I liking you'. Mutual respect and trust means I trust and respect that you will do your job so that we

are successful as a company. It does not mean we just love each other.” [Liker, 2004, p. 184]

Deming [1982, p. 118] addressed the case of a “lone worker,” also relevant here: “There are abundant examples of people that cannot work well in a team, but who demonstrate unquestionable achievement in the form of respect of colleagues and of peers, through inventions and publications in scientific journals. Such a man may make fabulous contributions to the company as well as to knowledge. The company must recognize the contributions of such people, and provide assistance to them.”

EXPLANATION DISCUSSION:

Buildings are complex systems (i.e. subsystems are affected by each others). A sub optimizing of a subsystem will result some kind of waste and value the others. The process of compromising the optimization process for minimum waste and maximum value should be done in a collaborative environment. Such environment should be based on mutual respect and trust of all disciplines so better design, hence better rating, is possible.

SUGGESTED IMPLEMENTATION:

Without exception, all people at all levels like to be appreciated and respected. Respect, appreciation, and recognition are always conducive to extra effort and better work morale. Individuals with particularly significant contributions should receive particularly significant appreciation. Appreciation should be indicated right away and not only during annual evaluations. All employees should receive respect for their normal work. Implementation of this subenabler should be enterprise-wide, promoted by all levels of management.

SUGGESTED IMPLEMENTATION DISCUSSION:

As the analysis of Lean model get more advanced, the need for more effective collaboration is increased. Such collaboration will not happen without appreciations and recognition of individuals contributions. In this sense, the strategy motivate respect and appreciations attitudes among individuals.

LAGGING FACTORS:

- Position that “the job and pay alone are sufficient signs of appreciation.”
- Bureaucratic culture in which the lack of trust, honesty, and respect is compensated with demands for bureaucratic evidence.

LAGGING FACTORS DISCUSSION:

The multidisciplinary nature of Lean model helps create appreciation of all value contributors, regardless of their discipline. As BIM get more utilized in the rating process, this will bring more automation and real time collaboration. Hence, the culture of shared responsibilities will increase and less bureaucratic evidence is required.

LEAN PRINCIPLE 6: Respect for People (Oppenheim, 2011, p. 245).

ENABLER:5. 5. Treat People as Most Valued Assets, not as Commodities. (U=0.70)

SUBENABLER(S) AND USE RANKINGS: None.

VALUE PROMOTED: Engaged, creative, entrepreneurial, and empowered workforce ready to take on any challenges enthusiastically.

WASTE PREVENTED: Great workforce is capable of eliminating all waste categories efficiently.

EXPLANATION:

This may be the most important enabler among the entire set presented in this volume. And it may be the oldest: It was formulated by Edward Deming over 20 years ago, but has been known throughout human history [Deming, 1982]. It appears self-evident, but its use ranking of 0.70 is still less than perfect “2,” leaving room for improvement. The enabler should be regarded as an important step in achieving an enthusiastic, creative, entrepreneurial, engaged, and empowered workforce. We want employees who are so involved in their work using both sides of the brain that they tend to come to work on Monday before the official start time because they can’t wait to start putting in place the great ideas that have occurred to them over the weekend. These employees who treat work challenges the same way as mountain climbers, ocean sailors, or major league players see their sport challenges: to be overcome by all means as if their life depended on it, because they get great satisfaction from it. This is a rare feeling, but it does happen if work is led by an extraordinary leader who is trusted and loved by the team and who knows how to treat people. The individuals who are lucky enough to work for such a leader know the feeling exactly. The feeling is known among many front line soldiers. It is the feeling that all team members are voluntarily aligned for a common goal, and all feel indispensable.

Contrast that with an environment that, regrettably, occurs in some large programs: bureaucratic, focused on production of artifacts rather than great engineering, lasting so many years so that nobody has any sense of making progress, led by characterless bureaucrats who all sound alike, surrounded by a rich menu of waste, and unable to revolt against it...(add your own frustrations).

EXPLANATION DISCUSSION:

The core idea here to satisfy higher psychological values (as innovation and challenge) of available human resources beside security and tradition (need for income and stable work). In this light the strategy could be seen as one step on the road as the continuous development of Lean model could create a challenge for the producers. In the same time making higher ratio rewards producers and requires innovation to solve the problems in light of better values and less waste.

SUGGESTED IMPLEMENTATION:

- In promotion, place big value on leadership and human skills.
- Treasure and reward good leadership rather than bureaucracy.
- Respect all people.
- Never hire people as if they were commodities.
- Groom, rotate, and support the best leaders (those trusted by their peers).
- Study the literature on leadership.

SUGGESTED IMPLEMENTATION DISCUSSION:

Leadership is an important issue in this enabler. In local projects, the concept of

leadership is not as defined as in other projects or PD programs. Creating a vision and accumulating efforts around it is a major issue in leadership. As discussed previously, Lean model and ratio could be seen as a common vision among local projects stakeholders.

LAGGING FACTORS:

- Bureaucratic selection and management of people.
- Selecting new hires for expedient need rather than competence, experience, and interpersonal skills.
- Focus on artifact production rather than great engineering of systems.
- Long programs that make progress invisible.
- Dissolved management.
- Focus on profits rather than technical work.
- Complacency with waste, or worse: incentives for waste.

LAGGING FACTORS DISCUSSION:

Many of previous lagging factors could be overcome by the implementation strategy. Lean model clarify the definition of waste and value which make complacency with waste more difficult. Also, Lean model provide a common vision which aid reducing the effect of dissolved management by focusing efforts on common goal. The technical nature of Lean model help increase appreciation of engineering works.

الفصل 5: النتائج و الاستنتاجات

5.1 مقدمة:

إن المشكلة العامة التي يتعامل معها هذا البحث هي كيفية توظيف تكنولوجيا نموذج معلومات البناء بشكل فعال في صناعة التشييد المحلية بحيث يسهم هذا التوظيف في تمكين مفاهيم الإنتاج السلس ضمن الصناعة. إن الطبيعة الواسعة للمشكلة و بالإضافة إلى الهدف المهم الذي يسعى له البحث و هو تطوير استراتيجية توظيف لتكنولوجيا نموذج معلومات البناء وجه الاختيار باتجاه طرق البحث النوعية كخيار أكثر ملائمة.

5.2 ملخص مختصر عن البحث:

5.2.1 البحث العملي:

في بدايات عملية البحث طبقنا طريقة البحث العملي و ذلك من أجل اختيار الحل الأفضل لمشكلة البحث. إن الطبيعة الدورية لهذه الطريقة تناسب الهدف الأولي حيث أنها تسمح بدراسة الواقع بشكل دوري يؤدي في نهاية كل دورة لفهم أكثر دقة. حيث أننا في الدورة الأولى قررنا أن نقوم بدراسة مشروع سابق و لكن عن طريق استخدام تكنولوجيا نموذج المعلومات و بالتحديد حزمة (Revit). مع البدء بجمع المشاريع لاختيار المشروع المناسب بدا أن حتى تكنولوجيا المعلومات المستخدمة في الدراسة القديمة (CAD) لم توظف بشكل فعال يسمح بإنتاجية عالية و بالتالي فإن تحديد الفرق الذي يمكن أن تحدته تكنولوجيا نموذج معلومات البناء

لن يكون موضوعياً.

في سياق بحثنا هذا، فإن التوظيف الفعال لتكنولوجيا المعلومات سيؤدي في النهاية إلى تشييد مشاريع بناء تحوي قيمة أكبر و بنفس الوقت تحوي هدر أقل. الهدر له تعريف ثابت و خصوصاً في مرحلة تصميم البناء. حيث يجب أن نركز على المتطلبات التي يحتجها المستثمر النهائي للبناء و أن وإضافة ميزات لا يحتجها هذا المستثمر سيكون نوع من الهدر. على العكس من ذلك فإن مفهوم القيمة ليس له تعريف ثابت و أغلب القيمة تكون عبارة عن ميزة مطمورة في تفاصيل تصميم البناء. طبعاً هذا يعكس فهمنا أن البناء نظام معقد و مكون من عدة أنظمة فرعية و القيمة هي نتيجة لتكامل تفاعل هذه الأنظمة مع بعضها البعض. من اجل معرفة مدى وضوح الفكرة السابقة لدى أطراف صناعة التشييد المحلية قمنا بإعداد استبيان و قمنا أيضاً بعدة محاولات لتطوير هذا الاستبيان و جعله أبسط. عملية الاستبيان لم تصل إلى نهايتها و لكن يمكن الاستنتاج منها أن فكرة النظر إلى البناء على أنه نظام معقد غير واضحة في ذهن أغلب أطراف مشروع البناء.

مع مراجعة أكثر عمقاً للأدبيات المتعلقة بكل من طريقة الإنتاج السلس و تكنولوجيا نموذج معلومات البناء و من القهم الذي حدث من دورتي البحث السابقتين تبين أن موضوع تطبيق مبادئ الإنتاج السلس في الصناعة المحلية لا يتعلق فقط في تنفيذ بعض الممارسات الموجودة في تلك الأدبيات و لكن العامل الأساسي الأهم من أجل ضمان نجاح هذا التطبيق هو وجود

ثقافة الإنتاج السلس لدى كل أطراف مشروع التشييد.

من خلال الملاحظات تبين أربع أمور أساسية أعادت تشكيل فهمنا للواقع, الأمر الأول هو طريقة

الإنتاج السلس تعد بزيادة إنتاجية صناعة التشييد بشكل كبير. الأمر الثاني هو أن فهم البناء

كنظام يتكون من عدة أنظمة فرعية و مفهوم القيمة للمستثمر يعتمد بشكل كبير على تكامل

تفاعل هذه الأنظمة مع بعضها البعض. الأمر الثالث هو أن التطبيق الناجح لمبادئ الإنتاج

السلس يعتمد بشكل كبير على إنشاء ثقافة الإنتاج السلس لدى أطراف صناعة التشييد و بدون

هذه الثقافة يكون يفشل التطبيق أو يكون له نتائج محدودة. الأمر الرابع هو أن تكنولوجيا

نموذج معلومات البناء ستفضي إلى مبادئ التشييد السلس في جال تم توظيفها بشكل يوجه

استخدامها كأداة لمحاكاة القيمة في البناء.

من الواضح أن عملية التوظيف الفعال لتكنولوجيا نموذج معلومات البناء لن تكون موضوع بسيط

و خالي من التعقيدات. لذلك توجهنا في دورة البحث الثالثة إلى تطوير استراتيجية توظيف فعال

كخطوة أولى على الطريق. اعتمدنا على الفهم السابق لكل من مبادئ الإنتاج السلس و

تكنولوجيا نموذج معلومات البناء و على هذا الأساس تم اقتراح استراتيجية توظيف تقوم على

مفهومين أساسيين هما نموذج التشييد السلس و عامل التشييد السلس. إن الهدف الأساسي من

نموذج التشييد السلس هو التعامل مع تعقيد المنتج النهائي لصناعة التشييد من خلال توظيف

تكنولوجيا نموذج معلومات البناء على أساس أنها أداة لمحاكاة القيمة في البناء. أما مفهوم

معامل التشييد السلس فكان هدفة الأساسي الدفع باتجاه إيجاد ثقافة التشييد السلس لدى أطراف مشروع التشييد و ذلك من خلال تمكين المستثمر النهائي للبناء من اتخاذ القرارات التي تسمح بتوجيه مصادر التمويل باتجاه تلك الثقافة.

5.2.2 منهجية النظرية المطمورة كطريقة للتقييم:

إن المشكلة الأساسية التي تتعلق بالاستراتيجية هي عملية التحقق من فاعليتها هي أن الأمر لن يكون بسيط. بكلام آخر لا يمكن بشكل مباشر و باختبار بسيط الحكم على فعالية الاستراتيجية. لجل هذه المشكلة لجئنا إلى منهجية النظرية المطمورة لمناسبتها و مرونتها في التعامل مع هكذا طبيعة مشاكل.

تعتمد طريقة النظرية المطمورة على تشكيل مفاهيم . هذه المفاهيم تكون هي الأداة النهائية التي تقوم بتفسير الواقع بالطريقة التي ينتج عنها التغيير المطلوب. في سياق بحثنا هذا فإن عملية تشكيل المفاهيم قد تمت من خلال تطبيق طريقة البحث العملي و الذي سبق ذكر الدورات التي نفذت بهدف تحقيق القهم المناسب لعملية توظيف تكنولوجيا نموذج معلومات البناء بشكل فعال. حسب ما سبق يتم ذلك من خلال فهم تكنولوجيا نموذج معلومات البناء على أنها وسيط تغيير. هذا الوسيط هدفه الأساسي التأثير على الأمور الأربعة الأساسية التي يتشكل منها كل تفاعل إنساني و هي الفهم و التصور و التعاون و التواصل. بنقس الوقت فإن طريقة الإنتاج السلس تقوم على ست مبادئ رئيسية يمكن اعتبارها كمفاهيم تستخدم بشكل مباشر في طريقة النظرية المطمورة. أن مفهوم نموذج التشييد السلس يقوم على أساس توظيف

تكنولوجيا نموذج معلومات البناء بشكل يحسن من فهم و تصور مفهوم القيمة و الهدر لدى كل أطراف مشروع التشييد. أما معامل التشييد السلس فهو يسمح لثقافة التشييد السلس بالنمو ضمن صناعة التشييد المحلية. لتحقيق قدرة هذين المفهومين على إنتاج الواقع الذي نريده قمنا باختبارهما من خلال إمكانات الإنتاج السلس.

5.2.3 إمكانات الإنتاج السلس:

كما بينا في فصل سابق فإن إمكانات الإنتاج السلس في ببساطة التطبيق العملي لمبادئ الإنتاج السلس في صناعة كصناعة التشييد. هذا الأمر يجعل من هذه الإمكانيات وسط مناسب لتحقيق استراتيجية التوظيف الفعال المقترحة. بالإجمال يبلغ عدد الإمكانيات 194 ممكن مصنفة حسب مبادئ التشييد السلس. حسب (Oppenheim, 2011) فإن العدد الكبير لهذه الإمكانيات يجب أن لا ينظر إليه على أساس تعقيد بل على أساس أنه كمال. لذلك ينصح بتطبيق هذه الإمكانيات بشكل تدريجي يلائم الظروف الخاص بكل تطبيق. بضوء هذه الملاحظة قمنا باختصار الإمكانيات التي لا تكون ذات أهمية استراتيجية و الإمكانيات التي لا يكون تصنيفها العملي كبير. من المهم أن نلاحظ أن عدم تحقيق استراتيجية التوظيف من خلال كل الإمكانيات إلا إن العدد المتبقي عدد كبير نسبياً و كافي لتقييم الاستراتيجية. كذلك يجب أن نلاحظ أن غياب تكنولوجيا نموذج معلومات البناء عن التحليل ليس غياباً فعلياً بل هو موجود على شكل الأمور الأربعة للتفاعل الإنساني المذكورة سابقاً و هذا يتناسب مع فهمنا أن لتكنولوجيا بحد ذاتها ليست الهدف بل العمليات المرتبطة بوجود مثل هذه التكنولوجيا.

5.3 مثال عملي يوضح موضع تطبيق استراتيجية التوظيف:

كما بين الشكل () أن تطبيق تكنولوجيا نموذج معلومات البناء يمكن أن يمر عبر ثلاثة مراحل رئيسية. المرحلة الأولى هي مرحلة النمذجة و يرتكز استخدام هذه التكنولوجيا فيها على توليد الرسومات الخاصة لمشروع التشييد بشكل آلي و بنفس الوقت ضمان دقة هذه الرسومات. في ضوء هذا الاستخدام يكون لدينا نموذج ثلاثي الأبعاد للبناء و هذا الأمر ليس ممارسة شائعة في عمليات التشييد المحلية. وفي الحالات التي يولد لها مثل هذا النموذج يكون مخصص فقط لإظهار جمال النموذج المعماري اي فقط يركز على القيمة الجمالية. في ضوء مفهوم نموذج التشييد السلس يجب علينا جعل هذه الممارسة مطلوبة لعمليات الترخيص و لكل مشاريع التشييد الصغيرة خصوصاً. طبعاً الاعتماد على تكنولوجيا () يجعل من أمر تشكيل النموذج ثلاثي البعد أمر مكلف بالنسبة للمصمم. في الخطوة الثانية يجب التركيز على التأكد من عدم وجود تعارضات في التصميم الهندسي و على هذا الأساس يجب توسيع النموذج الثلاثي الأبعاد السابق الخاص فقط بالاختصاص المعماري ليشمل باقي الاختصاصات ممن يعتمد على تكنولوجيا المعلومات الجالية في تشكيل هذا النموذج أمر مكلف و يسلط الضوء على فعالية تكنولوجيا نموذج معلومات البناء كأداة تسمح بفعالية أكبر بإنتاج الرسومات و النماذج الخاصة بالبناء.

مع البدء بالاعتماد على تكنولوجيا نموذج معلومات البناء يمكن لنا أن نوسع من الشروط المطلوبة لعملية الترخيص و ذلك للانتقال إلى المرحلة الثانية من مرحلة توظيف تكنولوجيا

نموذج معلومات البناء. حيث بشكل بسيط يطلب السماح لبرمجيات خاصة بالبلدية أو نقابة المهندسين بتحليل آلي للتعارضات مع كودات التصميم الهندسي و بجعل هذه الكودات متداخلة بين الاختصاصات يتحتم على المصممين استخدام تكنولوجيا نموذج معلومات البناء للتعاون التواصل بشكل أكبر.

في المرحلة الثالثة يمكن أن يطلب السماح لبرمجيات خاصة بتحديد القيمة الموجودة في التصميم و كذلك تقدير كميات الموارد المثالية التي يحتاجها التصميم من أجل تقدير السعر المثالي له. و هذا يعني بشكل من الأشكال البدء في تطوير نموذج التشييد السلس و معامل التشييد السلس و استخدامهما بشكل عملي.

5.4 نتائج البحث:

يمكن أن نلخص نتائج هذا البحث بأمرين أساسيين. الأمر الأول هو إعادة تشكيل فهمنا لتكنولوجيا نموذج معلومات البناء و كذلك طريقة الإنتاج السلس. حيث أن الفهم العملي لتكنولوجيا نموذج معلومات البناء يجب أن لا يعني بشكل أساسي مجموعة من البرمجيات المختلفة بل أداة لتحقيق تغير أعمق في صناعة التشييد يتعلق بعمليات جديدة تسهم في رفع إنتاجية الصناعة. أما موضوع الإنتاج السلس فيجب التركيز على إيجاد الثقافة المرافقة له و التي تضمن التطبيق الناجح لهذه الطريقة. الأمر الثاني هو مفهومي نموذج التشييد السلس و معامل التشييد السلس اللذان يمكن تضمينهما في استراتيجية توظيف فعال تضمن وصول الفهم

السابق لكل أطراف صناعة التشييد و توجه نحو التعاون نحو تنفيذه على الأرض.

5.5 إمكانيات بحث أخرى:

يمكن أن ينظر لهذا البحث على أنه أرضية لعدة بحوث أخرى تهتم بموضوعين تكنولوجيا نموذج معلومات البناء و التشييد السلس. حيث أن هذا البحث يظهر الحاجة إلى تطوير برمجيات متوافقة مع نموذج معلومات البناء و يكون الهدف منها توضيح مفهومي القيمة و الهدر في البناء.

المراجع المعتمدة:

- A.G.C. (2006). *AGC Contractors's Guide to BIM* (p. 41). The Associated General Contractors of America.
- AIA, T. A. I. of A. (2007). *Integrated Project Delivery: A Guide*. The American Institute of Architects (AIA).
- Alarcon, L. (1997). *Lean construction* (1st ed.). A.A.Balkema, Rotterdam.
- Bjork, B.-C. (1997). INFOMATE: A framework for discussing information technology applications in construction, 78, 9–11.
- Burke, M. (2007). Making choices: research paradigms and information management: Practical applications of philosophy in IM research. *Library Review, University of Salford, Greater Manchester, UK*, 56(6), 476–484.
- Burns, D. (2007). *Systemic Action Research: A strategy for whole system change* (1st ed.). Policy Pr.
- Cameron, E., & Green, M. (2009). *Making Sense of Change Management: A Complete Guide to the Models Tools and Techniques of Organizational Change*. Kogan Page.
- Carr, N. G. (2003). IT Doesn't Matter. *Harvard Business Review*, 10.
- Cooper, K., & White, R. E. (2012). *Qualitative Research in the Post-Modern Era: Contexts of Qualitative Research* (1st ed.). Springer Verlag.
- Crook, D., Rooke, J., & Seymour, D. (1996). Research techniques in construction information technology. *CIB REPORT*, 133–144.
- Daft, R. L., & Lane, P. (2009a). *Management* (9th ed.). Cengage Learning.
- Daft, R. L., & Lane, P. (2009b). *Management* (9th ed.). Cengage Learning.
- Deleuze, G., & Guattari, F. (1994). *What is philosophy?* Verso. Retrieved from <http://books.google.com/books?id=gwVF7FpvsU8C>
- Derek Osbourn, & Roger Greeno. (2006). *Introduction to Building* (4th ed.). Prentice Hall. Retrieved from www.pearsoned.co.uk
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *Bim Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Fenves, S. J. (1997). Information technologies in construction: a personal journey, 13–

- Goulding, C. (2002). *Grounded Theory: A Practical Guide for Management, Business and Market Researchers* (1st ed.). 6 Bonhill Street, London EC2A 4PU: SAGE Publications Ltd.
- Grant, R. M. (2010). *Contemporary Strategy Analysis: Text Only*. John Wiley and Sons.
- Holley, J. (1984). Concepts, Doctrines, Principles: Are You Sure You Understand These Terms? *Air University Review*, 35(5), 90–93.
- Jonker, J., & Pennink, B. (2010). *The Essence of Research Methodology: A Concise Guide for Master and PhD Students in Management Science*. Springer Verlag.
- Krygiel, E., & Nies, B. (2008). *Green BIM: successful sustainable design with building information modeling*. Wiley Pub.
- Kymmell, W. (2008). *Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations (McGraw-Hill Construction Series)*. McGraw-Hill Prof Med/Tech.
- LAST7group, & Reed, B. (2009). *The Integrative Design Guide to Green Building: Redefining the Practice of Sustainability*. John Wiley & Sons.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2006). *Management information systems: managing the digital firm* (9th ed.). Pearson/Prentice Hall.
- Locke, K. D., & Locke, K. (2001). *Grounded theory in management research*. Sage Publications.
- Mann, D. (2005). *Creating a Lean Culture: Tools to Sustain Lean Conversions*. Productivity Press.
- Merriam-Webster, Inc. (2005). *Merriam-Webster's collegiate dictionary*. Merriam-Webster.
- Oppenheim, B. W. (2011). *Lean for Systems Engineering With Lean Enablers for Systems Engineering*. John Wiley & Sons. Retrieved from <http://books.google.com/books?id=cxTi7gzd9o0C>
- P. Robbins, S., & Coulter, M. (2010). *Management* (11th ed.). Prentice Hall.
- Random House. (2006). Production. *Random House Webster's unabridged dictionary*. Random House Reference.
- Rebolj, D., Tirk, Z., Sun, M., & Huhnt, W. (2002). European Masters in Construction IT Development Project. *CIB REPORT*, 39–44.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research Methods for Business Students* (5th ed.). Financial Times/Prentice Hall.

- Silverman, D., & Marvasti, A. (2008). *Doing Qualitative Research: A Comprehensive Guide*. SAGE Publications.
- Stiroh, K. (2001). Information technology and the US productivity revival: what do the industry data say? *FRB of New York Staff Report No. 115*, 92(5), 1559–1576.
- Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357–375.
- Suermann, P. C., & Issa, R. R. A. (2007). *The US national building information modeling standard* (p. 182). National Institute of Building Sciences.
- Turk, Z. (2000). Construction IT: Definition, framework and research issues. *Faculty of Civil and Geodetic Engineering on the Doorstep of the Millennium. Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Ljubljana*, 17–32.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Revised and Updated*. Simon and Schuster