

**Projekt "Lean i Renovering" – Overvejelser vedr. effektmåling**

Stefan Christoffer Gottlieb  
Institut for Byggeri, By og Miljø, Aalborg Universitet

18. november 2020

## Indholdsfortegnelse

1. Introduktion.....	3
2. Potentialemålingen og effektvurdering .....	4
Indikatorer og måleparametre .....	6
Udvælgelse af måleparametre .....	9
Værktøjer .....	<b>Fejl! Bogmærke er ikke defineret.</b>
3. Indsamling af data .....	<b>Fejl! Bogmærke er ikke defineret.</b>
4. Bilag .....	10

## **1. Introduktion**

Dette notat indeholder overvejelser vedr. måling af effekter ved anvendelse af Tillidsbaseret Lean i renoveringssager. Udgangspunktet for effektmålingen er LivingLeans potentialemåling kombineret med forskningsmæssige erfaringer, som er dokumenteret og afrapporteret i et tidligere notat ”Lean, produktivitet, kvalitet og samarbejde i byggeriet: Et litteraturstudie” (Gottlieb, 2020) udarbejdet som et led i dette projekt.

Formålet er at koble internationale erfaringer og LivingLeans Potentialemåling, og på denne baggrund identificere konkrete målbare parametre, der kan anvendes til at kvantificere effekten af Tillidsbaseret Lean i renoveringssager, herunder datakilder og metoder til indhentning af oplysninger herom.

## 2. Potentialemålingen og effektvurdering

LivingLeans potentialemåling tager udgangspunkt i målinger på tre hovedområder: effektivitet, kvalitet og samarbejde. Hvert hovedområde består af 3-4 underområder, som fokuserer på forskellige aspekter af relevans for hovedområderne. Effektivitet består fx af underområderne flow, arbejdsvilkår og problemløsning. Systematikken, herunder en beskrivelse af de enkelte områder er beskrevet i LivingLeans notat Potentialemålingen PLUS. I alt er det 10 underområder i Potentialemålingen.

Potentialemålingen gennemføres sædvanligvis ved spørgeskemaundersøgelse, hvor udvalgte aktører vurderer niveauet for de forskellige underområder. Med henblik på at kvalificere dataindsamlingen og dermed det samlede grundlag for at vurdere, hvorvidt anvendelsen af Tillidsbaseret Lean fører til højere produktivitet i renoveringssager, har der i projektet været behov for at supplere LivingLeans metode med konkrete målbare kriterier, der kan anvendes til at vurdere, hvorvidt anvendelse af Tillidsbaseret Lean medfører en højere produktivitet.

## 3. Udgangspunktet for dette er forskningsmæssige erfaringer, som er dokumenteret og af rapporteret i et tidligere notat "Lean, produktivitet, kvalitet og samarbejde i byggeriet: Et litteraturstudie" (Gottlieb, 2020) udarbejdet som et led i dette projekt. Dette notat indeholder en oversigt over i alt 246 variable, identificeret i 37 videnskabelige artikler, og som heri identificeres som produktivetspåvirkende faktorer. Disse faktorer er efterfølgende relateret til de 10 underområder i Potentialemålingen. Følgende antal faktorer er identificeret for hver af de 10 underområder i Potentialemålingen (den fulde liste ses i Bilag

Tabel 5 i bilaget):

Tabel 1. Antal produktivetspåvirkende faktorer for Potentialemålingen underområder

Potentialemålingskategori	Antal påvirkningsfaktorer identificeret
Andet	13
Arbejdsvilkår	51
Flow i arbejdet	44
Fokus på kvalitet	22
Indbygget kvalitet	10
Kommunikation og roller	30
Modenhed	1
Problemløsning og udvikling	15
Relation-samarbejde	15
Selvledelse	24

Udvikling af kvalitet	21
<b>Sum</b>	<b>246</b>

På denne baggrund har LivingLean udvalgt en række faktorer for hvert område (Tabel 2), som de vurderer at være relevante i den videre undersøgelse som indikatorer for øget/reduceret effektivitet, kvalitet eller samarbejde, og som vil kunne gøres til genstand for yderligere undersøgelser.

Tabel 2. Indikatorer for hvert underområde i Potentialemålingen

<b>Hovedområde</b>	<b>Underområde</b>	<b>Indikatorer</b>
Effektivitet	Flow	Certainty in the production process/workflow reliability
		Improper coordination between different trades
		Less rework
	Arbejdsvilkår	Buildability
		Lack of organizational education
		Safe and tidy workplace
		Site management
	Problemløsning	Documenting agreements and procedures
		Problem solving
		Using risk management techniques
Kvalitet	Kvalitetsfokus	Eliminating non-value-adding tasks
		Reduce defects
		Visual control
	Indbygget kvalitet	Keeping needed items in the right places
		Reduce excess movement of people
		Reduce waiting
	Kvalitetsudvikling	Customer focus
		Lack of overall quality culture
		Understanding of needs of customers
Samarbejde	Selvledelse	Commitment
		Learning
		Self-management
	Relationer	Collaboration of each part in the project
		Establishing long-term employee relationships
		Group culture, shared vision and shared consensus
		Relationship management/degree of harmony, trust, etc
	Kommunikation	Appropriate information transfer

		Clear roles in lean
		Communication
		Improving the process transparency
	Forandringsmodenhed	Ingen identificeret

### Indikatorer og måleparametre

I næste fase af forarbejdet er der foretaget en analyse af, hvilken data (måleparametre), der kan bruges til at kvantificere effekter af de enkelte indikatorer, herunder hvilke metoder der skal tages i anvendelse i indsamlingen af data herom. En tentativ oversigt præsenteres i Tabel 3 nedenfor (En opdateret arbejdsversion forefindes som Excel-fil).

Tabel 3. Måleparametre for de enkelte indikatorer

	#	Indikatorer	Måleparameter
Effektivitet	1	Certainty in the production process/workflow reliability	
	2	Improper coordination between different trades	Produktionsstop
	3	Less rework	Tid på omarbejde
	4	Buildability	Fejl/mangler ved aflevering Produktionsstop
	5	Lack of organizational education	Grad af anvendelse af Lean værktøjer?
	6	Safe and tidy workplace	Ulykker Materialespild
	7	Site management	?
	8	Documenting agreements and procedures	Omfang af ændringer?
	9	Problem solving	Produktionsstop
	10	Using risk management techniques	Produktionsstop Uforudsete hændelser
Kvalitet	11	Eliminating non-value-adding tasks	Tid på omarbejde
	12	Reduce defects	Materialespild på plads
	13	Visual control	? Tid på omarbejde
	14	Keeping needed items in the right places	Reduceret ventetid Færre ulykker
	15	Reduce excess movement of people	Reduceret ventetid
	16	Reduce waiting	Reduceret ventetid

	17	Customer focus	Kundetilfresned
	18	Lack of overall quality culture	Materialespild på plads
	19	Understanding of needs of customers	Kundetilfresned Tilfredshed med samarbejde i team
Samarbejde	20	Commitment	
	21	Learning	
	22	Self-management	
	23	Collaboration of each part in the project	Produktionsstop
	24	Establishing long-term employee relationships	Rettidighed (budgetteret/realiseret)
	25	Group culture, shared vision and shared consensus	
	26	Relationship management/degree of harmony, trust, etc	
	27	Appropriate information transfer	Produktionsstop/ventetid Omarbejde
	28	Clear roles in lean	?
	29	Communication	?
	30	Improving the process transparency	?

De konkrete måleparametre fastlægges i samarbejde med projektets styregruppe. I ovenstående tabel, er der i forbindelse med fastlæggelse af måleparametre for de enkelte indikatorer taget udgangspunkt i de konkrete sammenhænge som indikatorerne optræder i i litteraturstudiet.

Efterfølgende Tabel 4 indeholde på den baggrund overvejelser vedr. datagrundlaget for de enkelte måleparametre og den effekt, der forventes

Tabel 4. Måleparametre for de enkelte indikatorer

	#	Måleparameter	Datagrundlag	Effekt
Effektivitet	1			
	2	Produktionsstop	Tidsplaner	Tid
	3	Tid på omarbejde	Skurbøger Tidsplaner	Tid
	4	Fejl/mangler ved aflevering Produktionsstop	Afleveringsprotokol Tidsplaner	Kroner

	5	Grad af anvendelse af Lean værktøjer?	Interview	N/A
	6	Ulykker Materialespild	Anmeldelser til AT ?	Kroner Kroner
	7	?		
	8	Omfang af ændringer	Aftalesedler	Kroner
	9	Produktionsstop	Tidsplaner	Tid
	10	Produktionsstop Uforudsete hændelser		Tid
Kvalitet	11	Tid på omarbejde	Skurbøger	Tid
	12	Materialespild på plads	Indkøb Affaldsmængder	Kroner Kroner/CO2
	13	? Tid på omarbejde	Modtagekontrol Udførelseskontrol	Tid
	14	Reduceret ventetid Færre ulykker	Skurbøger Påbud	Tid Kroner
	15	Reduceret ventetid		Tid
	16	Reduceret ventetid		Tid
	17	Kundetilfredshed	Kundetilfredshedsmåling	N/A
	18	Materialespild på plads		Kroner/CO2
	19	Kundetilfredshed Samarbejdstilfredshed	Tilfredshedsmåling	N/A
Samarbejde	20		Potentialemåling	N/A
	21		Potentialemåling	N/A
	22		Potentialemåling	N/A
	23	Produktionsstop	Tidsplaner	Tid
	24	Rettidighed (budgetteret/realiseret)	Tidsplaner	Tid
	25		Potentialemåling	N/A
	26			
	27	Produktionsstop/ventetid Omarbejde	Tidsplaner	Tid
	28	?		
	29	?		
	30	?		



De konkrete måleparametre fastlægges i samarbejde med projektets styregruppe. I ovenstående tabel, er der i forbindelse med fastlæggelse af måleparametre for de enkelte indikatorer taget udgangspunkt i de konkrete resultater fra litteraturstudiet.

For hver parameter skal der i undersøgelsen fastlægges, hvad det er muligt at måle på og hvilken data der er tilgængelig. Det foreslås at arbejde med en kvalitativ og kvantitativ dataindsamling på de forskellige områder. For den kvalitative del bør der formuleres konkrete spørgsmål, hvor respondenter giver deres vurdering af sagforholdene. Disse spørgsmål bør i videst muligt omfang kobles til forhold vedr. værktøjsanvendelse eller andet, som kan relateres til den indsats, som finder sted.

### **Udvælgelse af måleparametre**

Som det fremgår af Tabel 4 er der væsentlige overlap mellem måleparametre på de forskellige hovedområder. Der er endvidere behov for et stort datagrundlag, hvilket er problematisk inden for projektets rammer. Det foreslås derfor at tage udgangspunkt i udvalgte måleparametre, og inden for hver af disse formulere spørgsmål og databehov.

Gennemgående måleparametre er fx:

- Produktionsstop
  - o Budgetteret/realiseret tid
  - o Tidsplansændringer
- Ventetid
  - o Arbejdskraftsproduktivitet
  - o Effektivitet i arbejdsoperationer
- Fejl og mangler
  - o Mangelgennemgang
- Materialespild
  - o ...
- Arbejdsulykker
  - o Sygefravær
  - o Ulykker

For hver af disse kan der laves spørgsmål og udvælges data til understøttelse af den kvantitative analyse. Endvidere skal der etableres en baseline, der kan bruges til at måle udvikling over tid, herunder sammenholder projektets resultater med brancheniveau. Kilder hertil kan findes i fx Byggeriets Evalueringscenter eller i Danmarks Statistik.

## 4. Bilag

Table 5. Oversigt over Potentialemålingskategorier og indikatorer

<b>Andet</b>
Contractor's/subcontractor's unstable financial background/insolvency
Cost
Good weather
Lack of regular cash flow forecasting
Owner's fund
Owner's intervention
Refurbishment
reluctance of owners,
Steady prices of commodities
Using the clean construction principles
Weather
<b>Arbejdsvilkår</b>
Access route planning and design
Accurate pre-planning
Adequate prerequisite
Amount of equipment
Buildability
Buildable designs
Clear and transparent work process
Design changes, errors and omissions
Design error
Equipment availability
Faster start
Fatigue, mental and physical worker stress
Improper crew size/composition
Improve transparency
Inadequacy of planning and risk management process
Inappropriate construction method
Inspection delays
Labor resource stability
lack of organizational education.
Late material delivery
Lean training on project
Low fabrication shop production rates
Mechanization
Multi-functional layout on jobsite
Physical worker limitations
Prefabrication

Project management
Providing training activities
Reasonable task
Reduce the number of components and connections
Reduced variations
Reliable planning
Reward systems based on teams goals
Safe and tidy workplace
Site management
Slow management decision process
Use of standard components
Using time buffers
Worker turnover frequency
<b>Flow i arbejdet</b>
Appropriate amount of work
Batch size
Certainty in the production process, i.e., workflow reliability
Continuity of work
Continuity of space (sequential progression)
Decrease the time required for performing tasks
Enhance the flexibility of deliverables
Equipment breakdown
Factory layout
Improper coordination between different construction trade
Improper crew size/composition
Improper equipment capacity
Improper tool/equipment allocation
Inappropriate construction method
Increase stability in the construction task
just-in-time
Last Planner System
Late material delivery
Less rework
Low fabrication shop production rates
Material shortage at construction site
Poka-yoke
Poor quality of power tools
Push driven deliveries
Reasonable work sequence
Schedule changes and acceleration
Standardising
Supplying materials in time
TAKT planning

Tools and equipment unavailability
Transportation and/or equipment installation delay
Unnecessary equipment movement
Work-in-progress
<b>Fokus på kvalitet</b>
Daily work huddle
Defect prevention
Delivery material out-of-specification
Design-strategi
Eliminating non-value-adding tasks
Kanban
Lean practices
Material damage from deficient stockpiling and handling
Minimizing the material storage
Optimizing the site conditions
Poor material quality
Process inspection
Quality at Source
Quality materials
Reduce defects
Reduce overprocessesing
Systematically assess the requirements of customers
Visual control
<b>Indbygget kvalitet</b>
Access route planning and design
Debris impeding material access/movement
Extensive multiple-handling of materials
Keeping needed items in the right places
Materials improperly sorted/marked
Poor quality of power tools
Product fleksibilitet
Reduce excess movement of people
Reduce excess transportation of goods
Reduce waiting
<b>Kommunikation og roller</b>
lack of encouragement from leadership,
Alignment of objectives
Appropriate information transfer
Capability of teams to maintain alignment with other teams
Certainty in the supply chain
Clear roles in lean
Client and supplier involvement
Communication

Communication system
Contractor involvement in design process
Contractor involvement in site layout
Effective interaction between foremen and labourers
Encouraging the project participants for consensus-based decision making
Engineer's action
Improving the process transparency
Initial collaboration between contractor and designer
lack of contractual agreement
Management leadership
More planning
Organizing regular meetings
Relationship management
Selection of appropriate subcontractors
Transparent information and rapid
Well-defined focus of teams
<b>Modenhed</b>
Design based on capabilities
<b>Problemløsning og udvikling</b>
Ability to measure performance of the team to gauge the team's progress
Benchmark
Completed work valuation inaccuracy
Delay in payment to sub-contractors
Documenting agreements and procedures
Inspection delays
Instruction time and supervision delay
Keep the focus of the control process on finished tasks
Poor supervision, performance monitoring, and control
Problem solving
Provision of benchmarks
Using 4-D scheduling and simulation
Using risk management techniques
<b>Relation-samarbejde</b>
Collaboration of each part in the project
Communication within teams
Cooperating with different departments
Daily work huddle
Early coordination between designer and contractor
Establishing long-term employee relationships
Establishing long-term supplier relationships
Group culture, shared vision and shared consensus
Indifference to worker opinion
Joint responsibility of design

Participative management style for workforce
Relationship management/degree of harmony, trust, and cooperation
Teamwork
<b>Selvledelse</b>
Commitment
Engineer's specific knowledge
Inadequate labor flexibility on-site
Indifference to worker opinion
Knowledge and skills of workers
Labor loyalty
Learning
Low worker motivation
Management commitment
Participation
Poor qualification/experience of management at different level
Poor supervision, performance monitoring, and control
Project team skills
reluctance of people within the company
reluctance of subcontractors
Self-management
Skilled/experienced worker shortage
Steady work engagement
Using multi-skilled workforce
Worker absenteeism
<b>Udvikling af kvalitet</b>
Continuous improvement
Continuously improve the processes
Contractor handles too many projects at the same time
Customer focus
Investment in lean practices
Lack of overall quality culture
Lean as company strategy
Lean culture
Lean implementering
Lean leadership
Lean methods and tools
Lean tools and methodologies
Organisational culture supporting teamwork
Organizational needs
Parallel execution of different development tasks in multidisciplinary teams
Understanding of needs of customers, i.e., internal and external
Value stream mapping