

14. april 2001  
rev. juni 2003

---

## TRIMMET BYGGERI

### En kort introduktion

---

Dette er en kort beskrivelse af udviklingen af *Lean Construction* og af teorien bag, samt en tilsvarende kort introduktion til metoderne i Trimmet Byggeri. Der sluttet af med nogle betragtninger om indførelsen i praksis

*Det skal understeges, at der ikke er tale om en patentmedicin. Trimmet Byggeri baserer sig på en række gode og sunde principper, som de fleste vil kunne tilslutte sig. Men bag metoderne ligger der en ændret holdning til byggeprocessen, og det er dén, der – sammen med **alle** metoderne – sikrer succesen.*

## 1. INDLEDNING

Trimmet Byggeri er betegnelsen for den danske implementering af *Lean Construction*.

*Trimmet Byggeri* er en ny form for ledelse, planlægning og styring af byggeprocessen.

- Ledelsen bygger på simple regler og stor uddelegering med respekt for den enkelte deltagers indsigt og faglige kompetence
- Planlægning ses som aftaler mellem deltagerne om, hvad de vil lave og hvornår, samt som tilsagn om at sikre, at arbejdet *kan* udføres, når det *skal* udføres.
- Styringen sker ud fra den aktuelle situation – ikke ud fra overordnede planer.

Det grundlæggende princip i den trimmede byggeproces er at sikre, at arbejde *kan* udføres, når det *skal* udføres. Det sker ved at sikre det, der kaldes *sunde aktiviteter*.

Formålet er at øge produktiviteten i byggeriet. Produktivitet er forholdet mellem værdiskabelse og forbrug af ressourcer, så *Trimmet Byggeri* søger at øge værdiskabelsen og minimere spildet. Det sker altså ikke ved at arbejde hurtigere, men ved at undgå de aktiviteter, der ikke skaber værdi.

***Work smarter – not harder!***

## 2. BAGGRUND

### 2.1 Historie

*Lean Construction* opstod i begyndelsen af 90'erne gennem et arbejde, der udførtes af den finske forsker Lauri Koskela på Stanford universitetet i Californien. Her forsøgte han at tilpasse den moderne, japanske produktionstænkning til byggeri og anlæg. Udgangspunktet var blandt andet den beskrivelse af produktionstænkningen, som Womack mfl havde givet i bogen *Lean Production* – på dansk 'Trimmet Produktion'.<sup>1</sup> Lauri Koskela er stadig guruen inden for *Lean Construction*, og hans afhandling fra foråret 2000 rummer en væsentlig del af den teori, der ligger bag.<sup>2</sup>

I 1993 blev der afholdt en workshop i Espoo i Finland, hvor en halv snes forskere fra blandt andet USA, England, Chile og Finland mødtes, og det blev starten på *The International Group for Lean Construction – IGLC*, som siden har mødtes én gang årligt til uformelle konferencer. På den seneste – IGLC-10 i Gramada i Brasilien i sommeren 2002 – var der ca 150 deltagere, der præsenterede ca 40 papers.<sup>3</sup>

Ud over Lauri Koskela er der en håndfuld personer, der især har præget udviklingen. Her skal nævnes Glenn Ballard fra Berkeley i Californien, der sammen med professor Greg Howell fra Idaho har udviklet *Last Planner* metoden – på dansk døbt UPPs – der er grundlaget for styringen af byggeprocessen.<sup>4</sup> Fra dansk side har Sven Bertelsen deltaget i arbejdet siden 1999 med en mere og mere central placering i gruppen. I august 2004 bliver IGLC's 12. konference derfor afholdt i Danmark.

I slutningen af 2002 stiftedes Lean Construction-DK med tilhør hos Teknologisk Institut som en organisation for virksomheder, der arbejder med den trimmede byggeproces.

### 2.2 Stade

I dag foreligger der en gennemarbejdet og afprøvet metode til styringen af byggeprocessen, baseret på en forholdsvis veldokumenteret teori.

Desuden foreligger der forslag til en metode til styring af projekteringsprocessen samt enkelte afprøvninger heraf. Endelig foreligger der forslag til en værdistyring, som dog endnu ikke er afprøvet og dokumenteret fuldt ud.

Metoderne til styring af byggeprocessen kan ses som en generalisering af de metoder, der – under betegnelsen *Byggelogistik* – med succes blev afprøvet i Sophiehaven i årene 1992-93, altså samtidig med at udviklingen startede i IGLC.

## 3. TEORI

Målsætningen for *Lean Construction* er i 2001 formuleret af Greg Ballard og Lauri Koskela som:

*Mens du gennemfører projektet, skal du stræbe efter at maksimere værdien og reducere spildet.*

Bag *Lean Construction* ligger der – ud over teorien og principperne fra *Lean Production* – to grundlæggende tænkninger: Dels en forståelse af byggeri som en pro-

duktion, dels en opfattelse af byggeprocessen som et komplekst, dynamisk fænomen. Disse to tankesæt gennemgås kort i det følgende.

### 3.1 Byggeri som en produktion

*Lean Construction* tager afsæt i den moderne forståelse af begrebet produktion. Her forlader man den hidtidige tanke om, at produktion blot er en serie operationer, der udføres af de enkelte fag, og som sammen leder frem til det færdige produkt – i vort tilfælde bygværket.

Naturligvis finder disse operationer sted, men nok så vigtigt er det at se på det samlede flow, som disse operationer udgør, og som selve produktet gennemløber i forhold til produktionsapparatet. Ser man på byggeprocessen på denne måde finder man, at den meste tid på byggepladsen slet ikke går med at bygge, men med forberedelse og venten, og at hele produktionsforløbet ofte er dårligt planlagt og ringe styret.

Endelig kan byggeprocessen opfattes som en værdiskabelse. Hvis det vi udfører ikke har værdi for kunden, giver det jo ikke mening – uanset hvor effektive vi så ellers er. Og igen finder vi i byggeriet overraskende megen aktivitet, der ikke skaber værdi.

Med disse tre forståelser af produktion, arbejder man i *Lean Construction* derfor ud fra en TFV-model, hvor alle tre hensyn tænkes ind.

///Figur///

### 3.2 Byggeri som et komplekst fænomen

De fleste fænomener i vores hverdag er komplekse, og ofte befinder de sig på randen af kaos. Det vil sige, at deres 'adfærd' er uforudsigelig blot nogle få tidsskridt frem. Vejret er et sådant fænomen.

På byggepladsen oplever vi det samme. For at udføre en aktivitet, er der 7 forudsætninger, der skal være opfyldt:

- De foregående arbejder skal være afsluttede
- Der skal være plads
- Mandskabet skal være til stede
- Materiellet skal være til stede
- Materialerne skal være til stede
- Den nødvendige information – tegninger mv – skal foreligge
- De ydre forhold – vejret, godkendelser mv – skal være i orden

Først når alle disse syv forudsætninger er opfyldt, er aktiviteten *sund*.

Men de syv forudsætninger har i praksis hver deres usikkerhed. Er der blot 5% usikkerhed på hver, bliver usikkerheden på aktiviteten ca 30%, og da den – og eventuelt andre aktiviteter – er én af forudsætningerne for den næste aktivitet, vokser usikkerheden hurtigt, hvilket netop er karakteristisk for komplekse, nærkaotiske systemer.

I den traditionelle projektledelse tages der ikke højde for dette forhold. Her anses processen tvært imod for at være forudsigelig, og derfor planlægges og styres den ud fra denne antagelse, hvilket ofte fører til afvigelser planerne, lav produktivitet, store omkostninger og frustration.<sup>5</sup>

*Trimmet Byggeri* tager hånd om dette problem.

#### 4. VÆRDISTYRING

*Trimmet Byggeri* arbejder desuden med en formaliseret værdistyring i byggeprojektet.

##### 4.1 Værdiformulering

Den fysiske manifestation af værdien af et byggeri – phenotypen – opstår på byggepladsen. Men tidligt i projekteringen fastlægges – og ofte fastlåses – denne værdi i form af projektets tegninger og beskrivelser – genotypen.

Dette sker på så tidligt et tidspunkt, at kun de mest professionelle bygherrer opfatter, at det sker. Men er genotypen først fastlagt, er ændringer altid vanskelige – og ofte umulige – at gennemføre. Derfor starter værdistyringen i *Trimmet Byggeri* med en meget grundig fastlæggelse af bygherrens værdiparametre i form af en detaljeret kravspecifikation og et udvidet byggeprogram.

Værdien omhandler først og fremmest det færdige byggeri, men der er også værdiparametre, der knytter sig til projekterings- og byggeprocessen, og disse kan være ganske væsentlige.

Værdiparametrene afhænger af den konkrete situation, men i de danske afprøvnin-  
ger er der taget udgangspunkt i følgende parametre:

##### *Generelt*

- Arkitektonisk værdi, dvs udtryk, rumoplevelse, lysvirkninger, tilpasning til omgivelserne etc.
- Bygherrens samlede tilfredshed. (Denne parameter benyttes kun i værdistyringen)

##### *Produktet*

For produktet er der – ud over den generelle parameter: arkitektonisk værdi – 4 specifikke værdiparametre:

- Indretning og funktion, dvs bygningens brugsmæssige værdi, herunder fleksibilitet, arealudnyttelse, møbleringsmuligheder osv.
- Produkter og systemer, dvs de valgte materialer, komponenter og systemer.
- Totaløkonomi, dvs bygningens samlede opførelses- og driftsomkostninger
- Miljø, dvs bygningens hensyn til miljøet lokalt og globalt.<sup>6</sup>

##### *Processen*

For processen er der yderligere 4 værdiparametre:

- Byggeprocessen, dvs leveranceteamets overholdelse af tid, aftaler mv, samt eventuelt bygherrens muligheder for senere at ændre udformningen etc.
- Økonomi, dvs overholdelse af budgetter og overslag.

- Fejl og mangler, dvs ønsker om mangelfri aflevering.
- Hensyn til omgivelserne, fx til naboer, myndigheder og omverdenen i almindelighed.

Hver parameter gennemdrøftes omhyggeligt på et eller flere møder, og der snakkes og skrives, og evt eksemplificeres tankerne med skitser, *men der tegnes ikke!* Alt for ofte ses det, at byggeriets udformning låses for tidligt, fordi man begynder at tegne. Møderne har en karakter af workshops, dels for at give tid til en grundig gennemarbejdning, dels for at signalere, at i denne del af processen sker det vigtigste arbejde på møderne – ikke imellem dem.

Programmet skrives omhyggeligt med en præcisering af kravene til hver af de nævnte 9 parametre. Derefter gennemgås programmet endnu en gang med en påpejning af, hvad en given formulering betyder, fx eksemplificeret ved hvad der dermed er fravalgt.

Som oftest vil programmet stadig have karakter af et *Oplæg til Byggeprogram*, når udarbejdelsen af dispositionsforslag startes. Men i den følgende fase konkretiseres parametrene, således at endeligt program foreligger senest samtidig med dispositionsforslaget.<sup>7</sup>

#### 4.2 Værdisikring

Med værdiformuleringen er der skabt et grundlag for en systematisk værdistyring.

Ved leveranceteamets præsentationer af skitser, løsninger og valg redegøres der samtidig for, hvordan de relevante værdiparametre er tilgodeset. Og ved afslutningen af hver fase – og evt hyppigere – foretages der reviews, hvor indfrielsen af samtlige værdiparametre vurderes.

Denne proces fortsætter frem til afleveringen, hvor der laves et afsluttende review, der eventuelt følges op af en tilfredshedsundersøgelse fx et år efter ibrugtagningen.

Indfrielsen af mange af vædikriterierne vil være fastlåst længe før byggeriet er afsluttet. Men bevidstheden hos de medvirkende om, at der helt frem til afleveringen vil blive sat fokus på *bygherrens* værdiopfattelse, er med til at sikre, at det er *hans* værdier, der kommer i centrum.

### 5. STYRING AF BYGGEPROCESSEN

Styringen af byggeprocessen er det andet hovedelement i Trimmet Byggeri.

Metoderne i det følgende er beskrevet, som de anvendes under udførelsen, men meget tyder på, at de – med en tilretning – også kan anvendes under detailprojekteringen.

Der arbejdes med 4 skridt:

- Produktionsforberedelse
- Periodeplan
- Ugeplan
- Opfølgning

Alle fire skridt er nødvendige, hvis metoden skal virke, og de skal benyttes under en samlet procesledelse.

### 5.1 **Procesledelse**

Proceslederen er en ny funktion i byggeledelsen. Hendes opgave er at koordinere byggepladsens produktion og sikre, at alle kan arbejde så effektivt som muligt. I *Byggelogistik* blev dele af denne funktion varetaget af skaffereren.

Procesleder og projektleder (byggeleder) bør *ikke* være den samme person. Projektlederen varetager de kontraktuelle forhold over for fagentreprenørerne, og er dermed deres modpart. Proceslederen sikrer en effektiv koordinering af processerne og skaber gode produktionsvilkår, og er dermed på samme side af bordet som fagentreprenøren.

Der er altså tale om et ligestillet supplement til projektlederen – en ying-yang relation – der afspejler den grundlæggende forskel på operationer og processer.

### 5.2 **Produktionsforberedelse**

Før byggeriet starter – fx i forbindelse med projektgennemgangen – udarbejdes der en *Procesplan*, der fastlægger hvilke aktiviteter, der indgår i byggeriet, deres sekvens og bindinger, samt deres forventede tidsmæssige udførelse inden for de rammer, der er udstukket i projektets hovedtidsplan.

Procesplanen udarbejdes af konduktørerne<sup>8</sup> fra de deltagende fagentreprenører og samordnes af proceslederen.

Procesplanen udtrykker hvordan byggeriet *bør* udføres.

På dette grundlag udtages der units, såfremt der arbejdes med materialestyring som i *Byggelogistik*, og materialer og særligt materiel mv bestilles.<sup>9</sup>

Med andre ord: det sikres, at aktiviteterne *kan* gøres sunde.

### 5.3 **Periodeplan**

Periodeplanen er en rullende plan, der udarbejdes hver uge, og som har en tidshorisont på 3-5 uger. Planen omfatter dog *ikke* den førstkommende uge.

Periodeplanens formål er at forudse, hvilke aktiviteter, der dukker op i den nærmeste fremtid og at sikre, at de *bliver* gjort sunde. Planen holder styr på, hvorvidt de syv forudsætninger for hver enkelt aktivitet er – eller med rimelig sikkerhed kan forventes at blive – opfyldt. Eventuelt suppleres den med en *forhindringsliste* omfattende særlige forhold, der kan være en forhindring for de kommende aktiviteter.

Periodeplanen udarbejdes af konduktørerne i fællesskab – fx på byggemødet – under ledelse af proceslederen.

Periodeplanen udtrykker, hvad der *kan* udføres.

### 5.4 **Ugeplan**

Ugeplanen er ligeledes en rullende plan, der udarbejdes i slutningen af ugen, og som dækker den næste uge. Den omfatter kun sunde aktiviteter, og den udarbejdes

af formændene i fællesskab på et kort formandsmøde under ledelse af proceslederen – fx fredag formiddag.

Den udarbejdes med andre ord så tæt på virkeligheden, som det er muligt, idet det kun er her, man er fuldt opmærksom på alle de forhold, der gør aktiviteter usunde. Den udarbejdes i fællesskab, fordi den er pladsens fælles produktionsgrundlag og fordi, det oftest er koordineringen mellem fagene, der svigter.

Ugeplanen siger hvad der *vil* blive udført.

## 5.5 Opfølgning

Senest på det næste formandsmøde følges der op planerne. For hvert fag udregnes PPU – Procent af det Planlagte, der blev Udført – som er en meget nyttig målepind for planlægningens pålidelighed.

PPU fortæller, hvad der *blev* udført.

Derudover suppleres der med indikatorer, der signalerer eventuelle svigt i planlægningen af de 7 flows – fx antal hasteleverancer, afvigelse i bemanning fra det planlagte eller antal daglønstimer ud over akkorden.

Alt, der ikke er gået som planlagt, følges op med fem gange *Hvorfor?* Kun ved at spørge igen og igen kommer man frem til den egentlige årsag til, at det svigtede, og proceslederen griber derefter omgående ind over for denne egentlige årsag.

Med denne tætte opfølgning opnås det, at der sker en læring og en produktivitetsforbedring, *mens* man bygger – og ikke bag efter.

## 5.6 Procestilsyn

Erfaringen i praksis har vist, at indførelse af Trimmet Byggeri er et stort brud med sædvanerne. Selv om det hele virker naturligt, og selv om parterne er indstillet på at indføre metoderne, så er der en stor risiko for, at man falder tilbage i uvanerne, når hverdagens små og store problemer melder sig.

Indførelsen er behandlet mere detaljeret i afsnit 6. Men for at sikre, at det hele kører som det skal, bør der etableres et procestilsyn som en pendant til det traditionelle fagtilsyn eller til bygherrens kvalitetssikring.

Procestilsynet skal *ikke* selv stå for metodernes indførelse og anvendelse, men normalt alene tilse, at det sker på en hensigtsmæssig måde.

## 6. INDFØRELSE AF TRIMMET BYGGERI

### 6.1 Indledning

Det er af afgørende betydning for, om anvendelsen af metoderne bliver en succes, at der sker en grundig introduktion til tænkningen og metoderne bag *Trimmet byggeri*. Dette gælder såvel rådgiverne i projekteringsprocessen som de involverede fagentreprenører, deres konduktører og deres formænd på pladsen.

I det følgende er principperne i en sådan indførelse i udførelsesfasen skitseret.

## 6.2 **Motivering**

Det hele starter med at sikre, at de deltagende firmaers ledelse er motiveret for et være med til i fællesskab at etablere en trimmet byggeproduktion. Idealt set bør dette ske ved, at de former et partnerskab, der – uafhængigt af den konkrete byggesag – samarbejder om at indføre Trimmet byggeri.

I partnerskabet kan der afholdes workshops, hvor byggeriets produktion sættes i fokus og metoderne præsenteres, således at det enkelte firma er forberedt på, hvad der vil ske, når den konkrete opgave manifesterer sig. Det er vigtigt, at der i denne proces skabes en forståelse for, at det som oftest er forudsætningerne – flowet – der svigter, og at dette er årsagen til den lave produktivitet.

Deltagerne i arbejdet bør såvel være fagentreprenørens ledelse, som et antal af firmaets konduktører og helst også formænd samt evt nogle af svendene.

## 6.3 **Projektstart**

Ved opstarten af det konkrete projekt gennemføres tre sæt aktiviteter: værktøjsintroduktion, produktionsplanlægning og teambuilding.

### 6.3.1 *Værktøjsintroduktion*

Som et led i opstarten afholdes en halvdags introduktion af teorien, metoderne og værktøjerne. Deltagerne er primært de formænd og konduktører, der skal stå for byggeriet, men også proceslederen og procestilsynet medvirker – dels som instruktører, dels for at parterne kan lære hinanden at kende.

### 6.3.2 *Produktionsplanlægning*

I samme periode gennemføres der en grundig produktionsplanlægning, der kan opfattes som en udvidet projektgennemgang. Her gennemgås løsninger og arbejdsoperationer i detaljer, og deres sekvens og forventede varighed fastlægges.

Det er i den forbindelse procesplanen opbygges, og det er her, der udtages units til logistikken og fastlægges en leveranceplan.

Er der tale om en renoverings- eller ombygningsopgave, gennemgår parterne i fællesskab bygningen på stedet, og aftaler koordineringen af kritiske detaljer. Eventuelt tjekker formændene 'kritiske' steder som råd, svamp, pudsreparationer mv, der traditionelt giver anledning til overraskelser.

### 6.3.3 *Teambuilding*

Denne finder primært sted som et integreret led i de to andre aktiviteter, men der kan eventuelt gøres særlige tiltag for at få gruppen af formænd og svende til at opfatte sig som et samlet hold.

## 6.4 **Indkøring**

Erfaringerne har vist, at indkøring af de nye systemer og afviklingen af den nye slags møder kan være vanskelig.

Derfor etableres der en 'mesterlæring', hvor mere erfarne medarbejder fra de deltagende virksomheder, proceslederen eller procestilsynet i en tid hjælper med råd og dåd på de steder, hvor der synes at være problemer.

## 6.5 Opfølgning

Selv om systemet er godt, kører det ikke af sig selv. Især ikke så længe det ikke er en helt sædvanlig rutine.

Derfor bør der med passende mellemrum afholdes time outs, hvor de samme deltagere som i opstartsmødet samles og vurderer, hvordan det går. Inden sådanne time outs kan der passende udsendes korte spørgeskemaer til samtlige deltagere, hvor der i en halv snes spørgsmål fokuseres på, om pladsen kører bedre eller dårligere end normalt.

## 6.6 Afslutning

Umiddelbart efter byggeriets aflevering afholdes en sidste time out, hvor sagsforløbet gennemgås, og hvor erfaringerne samles og afstemmes med henblik på at gøre det bedre næste gang.

Sven Bertelsen

---

<sup>1</sup> Womack, J.P; Jonès, D.T & Roos, D (1990), *The Machine that changed the world*, Rawson Associates. På dansk: *Princippet der ændrede verden – Trimmet Produktion*. Centrum 1991.

<sup>2</sup> Koskela, Lauri (2000): An exploration towards a production theory and its application to construction, VVT Technical Research Center of Finland

<sup>3</sup> IGLC hjemmeside er: <http://www.vtt.fi/rte/lean>, hvor der dels findes de nævnte afhandlinger, dels er links til de seneste års konferencer og de papers, der er præsenteret.

<sup>4</sup> Metoden er beskrevet i Ballard's afhandling: Ballard, Glenn (2000): *The Last Planner System of Production Control*, School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, The University of Birmingham.

<sup>5</sup> I den moderne virksomhedsledelse er de samme tanker begyndt at dukke op. En virksomhed og dens kunder og leverandører er også et komplekst system, og troen på at dette system kan styres ovenfra, er en illusion.

<sup>6</sup> jf Miljørigtig Projektering

<sup>7</sup> Her og i det følgende er der anvendt de 'traditionelle' fasebetegnelser. Men i trimmet byggeri indgår også en nyfortolkning af faserne, hvilket medfører andre navne og et andet indhold.

<sup>8</sup> Her og i det følgende skelnes der mellem *funktionerne*: *Konduktør* og *Formand*. Konduktøren er den funktionær, der styrer fagentreprenørens arbejde fra kontoret, formanden er den – ofte timelønnede – medarbejder, der leder det i det daglige på pladsen.

<sup>9</sup> Det forudsættes, at der på dette tidspunkt er entreret med fagentreprenørerne.