



Alternativa produktionsmetoder vid anläggningsarbeten

Kringgjutning av el- och telekabelkanalisation

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

CHRISTIAN ANDERSSON
MATTIAS WENSTEDT

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction Management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2010
Examensarbete 2011:9

EXAMENSARBETE 2011:9

Alternativa produktionsmetoder vid anläggningsarbeten

Kringgjutning av el- och telekabelkanalisation

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

CHRISTIAN ANDERSSON

MATTIAS WENSTEDT

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction Management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2010

Alternativa produktionsmetoder vid anläggningsarbeten
Kringgjutning av el- och telekabelkanalisation

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

CHRISTIAN ANDERSSON
MATTIAS WENSTEDT

© CHRISTIAN ANDERSSON, MATTIAS WENSTEDT 2010

Examensarbete / Institutionen för bygg- och miljöteknik,
Chalmers tekniska högskola 2011:9

Institutionen för bygg och miljöteknik
Avdelningen för Construction Management
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Telefon: 031-772 10 00

Omslag:
OPI-kanalisation. Foto: Josef Källström (2010).

Chalmers Reproservice / Institutionen för bygg- och miljöteknik
Göteborg 2010
Examensarbete 2011:9

Alternativa produktionsmetoder vid anläggningsarbeten

Kringgjutning av el- och telekabelkanalisation

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

CHRISTIAN ANDERSSON

MATTIAS WENSTEDT

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Avdelningen för Construction Management

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Inom dagens bygg- och anläggningsbransch finns stora problem med produktionskostnader som ökar, låg effektivitet och slöserier inom projekt.

Teoretiskt sett finns det stora möjligheter till ökad effektivitet, hitta slöserierna och därmed öka lönsamheten för entreprenören.

Det huvudsakliga syftet med studien är att jämföra olika produktionsmetoder vid kringgjutning av el- och telekabelkanalisation för att undersöka om det finns möjlighet till effektivisering. Vi avgränsade oss till ett projekt i Göteborgs hamn där Skanska Väg och Anläggning Väst fått uppdraget att höjjustera marken i Skandiahamnen. Inom detta projekt valde vi att avgränsa oss till arbetsmomentet kringgjutning av el- och telekabelkanalisation.

För att bekanta oss med anläggningsbranschens problem med slöserier inom projekt men även vilka möjligheter, metoder, hjälpmedel och tankesätt som finns för att minska dessa slöserier har vi genomfört litteratursökningar, deltagit vid seminarier samt varit på plats i hamnen och studerat problemet.

En jämförande analys av de olika produktionsmetoderna har gjorts baserat på Lean-filosofins 7+1 slöserier. De slöserier som upptäcktes vid analysen har bearbetats och förslag till åtgärder redovisas.

Vi har med denna studie visat att det finns stora möjligheter till att bedriva en mer resurseffektiv produktion. Resultatet visar även hur arbetsmiljön förbättras vid rätt val av arbetsmetod.

Nyckelord: OPI-kanal, effektivisering av byggprocessen, LEAN, Jämförande analys, anläggningsarbeten

Alternative production methods for construction works
Around casting of electricity and telephone channelization
Diploma Thesis in the Engineering Programme
Building and Civil Engineering
CHRISTIAN ANDERSSON, MATTIAS WENSTEDT
Department of Civil and Environmental Engineering
Division of Civil and Environmental Engineering
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

In today's construction industry there are major problems with increasing production costs, low efficiency and wastes within projects. Theoretically, there is great potential for efficiency gains, finding the wastes and as a result the contractor will gain profit.

The main purpose of the study is to compare different production methods for around casting of electricity- and telephone cable channelization in order to examine the possibility of efficiency. We limited ourselves to a job in Gothenburg harbour where Skanska Väg och Anläggning Väst had the task of adjusting the land level in Skandiahammen. Within this project, we chose to study the working moment of around casting of electricity- and telephone cable channelization.

In order to familiarize ourselves with the industries problem with wastes within projects and the remedies, procedures, tools and way of thinking there are to reduce these wastages we did literature searches, participated at seminars, and studied the problem at site.

Comparative analysis of different production methods are made based on Lean-philosophy 7 + 1 wastes. The wastes discovered during the analysis have been processed and suggestions for actions are described. This study shows that there are great opportunities to pursue a more resource-efficient production. The study also shows how the work environment can be improved when the right method is chosen.

Keywords: OPI channel, streamlining of the building process, LEAN, comparative analysis, construction works

Förord

Detta examensarbete omfattar 15 högskolepoäng och är en del av utbildningen till byggingenjör på Chalmers Tekniska Högskola. Arbetet är utfört vid Institutionen för bygg- och miljöteknik.

Examensarbetet har gjorts i samarbete med Skanska Väg & Anläggning Väst. Våra handledare var Josef Källström, projektchef Skanska samt Sven Gunnarson, universitetsadjunkt vid institutionen för Bygg- och miljöteknik på Chalmers Tekniska Högskola.

Vi vill tacka våra handledare för deras hjälp, synpunkter och vägledning under projektets gång. Vi vill även tacka Peeter Gering, Erik Samuelsson samt Thomas Petterson, alla från Skanska Väg & Anläggning Väst, för deras engagemang i projektet.

Göteborg, september 2010.

Christian Andersson och Mattias Wenstedt.

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
FÖRORD	III
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	IV
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte, avgränsningar	1
1.3 Metod	2
2 EFFEKTIVISERING AV BYGGPROCESSEN	3
2.1 Historien om Toyota	3
2.2 The Toyota Way och Toyota Production System	4
2.3 Lean Production	5
2.4 Slöseri i byggbranschen	7
2.5 Förnyelse i anläggningsbranschen	8
2.6 BIM i anläggning	9
2.7 Erfarenhetsåterföring	10
3 PROJEKT GÖTEBORGS HAMN	11
3.1 Kringgjutning av el- och telekabelkanalisation	11
3.1.1 Lösvirkeskonstruktion	12
3.1.2 Dokaformskonstruktion	13
3.1.3 OPI-konstruktion	14
4 JÄMFÖRANDE ANALYS AV PRODUKTIONSMETODER	15
4.1 Förberedande markarbeten	15
4.1.1 Lösvirkeskonstruktion	16
4.1.2 Dokaformskonstruktion	16
4.1.3 OPI-konstruktion	17
4.2 Formsättning	18
4.2.1 Lösvirkeskonstruktion	18
4.2.2 Dokaformskonstruktion	19
4.3 Distanser och armering	20
4.3.1 Lösvirkes- och Dokaformskonstruktion	20
4.3.2 OPI-konstruktion	21
4.4 Rörläggning och mellandistans	22
4.4.1 Lösvirkes- och Dokaformskonstruktion	22

4.4.2	OPI-konstruktion	23
4.5	Färdigställande av form	24
4.5.1	OPI-konstruktion	24
4.6	Gjutning	25
4.7	Rivning av form	26
4.7.1	Lösvirkeskonstruktion	26
4.7.2	Dokaformskonstruktion	27
4.7.3	OPI-konstruktion	27
4.8	Najning	29
4.8.1	Jämförelse OPI- och Dokaformskonstruktion	29
5	RESULTAT	31
5.1	Sammanställning slöserier	31
5.2	Sammanställning tidsåtgång	32
5.3	Sammanställning materialkostnad	32
5.4	Ekonomisk sammanställning	33
6	AVSLUTNING	34
6.1	Slutsatser	34
6.2	Diskussion av slutsatserna	35
6.3	Reflektioner kring examensarbetet	35
7	REFERENSER	36
7.1	Litteratur	36
7.2	Elektroniska källor	36
7.3	Muntliga källor	36
7.4	Bilder	37

1 Inledning

1.1 Bakgrund

De företag som överlever och expanderar inom den starkt konkurrensutsatta internationella verkstadsindustrin har behållit eller ökat sin konkurrenskraft genom systematisk produktutveckling och ökad produktivitet.

Förnyelsen i anläggningsbranschen går sakta. Nya produktionsmetoder och tekniker har svårt att få fäste i branschen och produktivitetsutvecklingen är mycket låg jämfört med industrin. Branschen är mogen och karaktäriseras av stor geografisk och tidsmässig spridning. Anläggningsbranschen kännetecknas också av en mycket ryckig tillåtlighets- och finansieringsprocess och ett bristande industriellt tänkande.

De ofta (alltför) långa tiderna för byggande och underhåll innebär att kapital binds i pågående anläggningsarbeten utan att komma till nytta. Förhöjd kapitalkostnad och fördröjd samhällsnytta blir de sammantagna konsekvenserna. De långa byggtiderna och de produktionsmetoder som utnyttjas är bland annat två konsekvenser av att åtgärderna genomförs utan ett systematiskt hänsynstagande till de intressen som trafikanter, resenärer, trafikföretag, kringboende och medborgarna i allmänhet har. Sammanvägningen av de olika intressena kommer inte till uttryck i genomförandeskedet på motsvarande sätt som när de samhällsekonomiska analyserna genomförs i samband med prioritering av åtgärder (www.fiasverige.se).

1.2 Syfte, avgränsningar

Syftet med detta examensarbete är att undersöka möjligheten till effektivisering i anläggningsbranschen och redogöra för hur arbetet i produktionen kan effektiviseras med hjälp av till exempel standardiserade produktionsmetoder samt genom ökad användning av typlösningar. Syftet är även att jämföra ett antal olika metoder vid anläggning av el- och telekabelkanalisation och undersöka hur dessa metoder skiljer sig åt med avseende på aspekter såsom ekonomi, tid och arbetsmiljö.

Ytterligare ett mål för förbättring av erfarenhetsåterföring var att utforma en utförlig arbetsberedning med tillhörande instruktionsvideo för gjutning av el- och telekabelkanalisation.

Examensarbetet är ett samarbetsprojekt med Skanska Väg och Anläggning Väst och vi har därför avgränsat oss till ett projekt i Göteborgs Hamn, där Skanska fått som uppgift att höjjustera containerparken i Skandiahamnen, samt lägga nya VA-ledningar och ny el- och telekabelkanalisation.

1.3 Metod

För bättre förståelse och kunskap om bygg- och anläggningsbranschens problem med höga kostnader, låg produktivitet samt slöseri, men även vilka möjligheter till ökad produktivitet som finns, har vi samlat in och studerat fakta från litteratur, internet och seminarier. Mer ingående litteraturstudier om Lean-filosofin och dess förhållningssätt har genomförts.

För genomförandet av en jämförande analys av de olika produktionsmetoderna krävdes ett nära samarbete och en öppen dialog mellan oss och Skanska.

Vid projektets början deltog vi vid startmöte i Göteborgs hamn för att få en bild av projektets omfattning gällande ekonomi, tidsplaner och produktionsmetoder. Därefter började vi med att delta i produktionen för att ur en yrkesarbetares perspektiv skapa oss en uppfattning om de produktionsmetoder som användes. De observationer som gjordes gällande bland annat effektivitet och arbetsmiljö togs sedan upp och diskuterades med platschef, arbetsledare och handledare. Efter diskussioner kom vi fram till att vi skulle söka efter en alternativ produktionsmetod och jämföra denna med de metoder som i dagsläget användes i projektet. De olika produktionsmetoderna behandlas mer ingående i kapitel 4 *Jämförande analys av produktionsmetoder*.

2 Effektivisering av byggprocessen

FIA, förnyelse i anläggningsbranschen, är en organisation som startades år 2003 av generaldirektörerna för Vägverket och Banverket. Syftet med organisationen är att samla de svenska aktörerna inom anläggningsbranschen och gemensamt skapa ett forum för nyskapande och förnyelse (www.fiasverige.se).

Produktiviteten i bygg- och anläggningsbranschen har sedan mitten av 1990-talet endast ökat med 2 procent vilket kan jämföras med övrig industri där ökningen varit närmare 90 procent under samma tid. Anledningarna till att utvecklingen i bygg- och anläggningsbranschen går så långsamt i jämförelse med övrig industri är enligt FIA många. Bygg- och anläggningsbranschen är mogna branscher med nedärvda arbetsmetoder där brist på industriellt tänkande, standardisering, typlösningar, erfarenhetsåterföring tillsammans med en stor spridning geografiskt och tidsmässigt försvårar utvecklingen (www.fiasverige.se).

Det finns stora möjligheter till minskade kostnader och en effektivisering inom många områden av byggprocessen. Det krävs ett annorlunda tankesätt mot det som idag existerar inom anläggningsbranschen för att uppnå dessa besparingar.

De stora produktivitetsförbättringar övrig industri lyckats genomföra beror till stor del på Lean-filosofin, ett tankesätt utvecklat av Toyota.

2.1 Historien om Toyota

Toyota är idag världens största biltillverkare och historien om Toyota startade redan år 1867, då Sakichi Toyoda föddes. Sakichis far var snickare och hans mor arbetade som vävare inom den japanska textilindustrin. Han fick av sin far tidigt lära sig att snickra och han började intressera sig för vävstolar och hur han kunde förbättra dem för att underlätta arbetet.

År 1890 uppfann han en vävstol som gick att manövrera med en hand och han fortsatte därefter sitt arbete med att utveckla och effektivisera vävstolen. Sakichi fick sitt stora genombrott år 1924 då han uppfann Toyoda Model G Automatic Loom, som var en helautomatisk vävstol. Två år senare startade han vävstolsfabriken Toyoda Automatic Loom Works som är moderbolaget till Toyotakoncernen.

Den brittiska firman Platt Brothers, som under denna tid var världsledande inom tillverkning av väv- och spinnmaskiner, fick upp intresset för Sakichis helautomatiska vävstol. Sakichi skickade år 1929 sin son Kiichiro till England för att diskutera patenträttigheterna till Toyoda Model G Automatic Loom. Platt brothers betalade 100 000 brittiska pund för patentet, pengar som Kiichiro Toyoda använde sig av för att grunda Toyota Motor Corporation år 1930. Han byggde sedan upp företaget efter sin fars filosofi om ständiga förbättringar och hans inställning till ledarskap. Han gjorde också egna förbättringar, bland annat så var han upphovsmannen till begreppet Just In Time som senare skulle bli en av grundpelarna i The Toyota Production System (TPS). Idén till Just in Time fick Kiichiro när han var på studieresa i USA för att titta på Fords bilfabriker. Han upptäckte att i de amerikanska snabbköpen så ställdes nya varor på hyllorna i exakt samma takt som kunderna köpte dem.

2.2 The Toyota Way och Toyota Production System

The Toyota Way kan beskrivas som ett tankesätt och en arbetskultur som utarbetats inom Toyota under lång tid. Det är alltså inte bara en uppsättning effektiviserings- och förbättringstekniker. I The Toyota Way är det människorna som får systemet att leva genom att arbeta, kommunicera, lösa problem och utvecklas tillsammans (Liker, J 2009).

The Toyota Production System, TPS, är uppbyggt kring fjorton principer som är uppdelade i fyra större kategorier. Dessa är:

Kategori I: Långsiktigt tänkande

1. Basera era ledningsbeslut på långsiktigt tänkande, även då det sker på bekostnad av kortsiktiga ekonomiska mål.

Kategori II: Rätt process ger rätt resultat

2. Skapa kontinuerliga processflöden som för upp problemen till ytan.
3. Låt efterfrågan styra för att undvika överproduktion.
4. Jämna ut arbetsbelastningen (heijunka)
5. Bygg upp en kultur där man stoppar processen för att lösa problem, så att kvaliteten blir rätt från början.
6. Lägg standardiserade arbetssätt till grund för ständiga förbättringar och personalens delaktighet.
7. Använd visuell styrning, så att inga problem förblir dolda.
8. Använd bara pålitlig, väl utprovad teknik som stöder personalen och processerna.

Kategori III: Tillför organisationen värde genom att utveckla personal och samarbetspartners

9. Utveckla ledare som verkligen förstår arbetet, lever efter Toyotas filosofi och kan lära ut den till andra.
10. Utveckla enastående människor och team som följer företagets filosofi.
11. Respektera det utökade nätverket av partners och leverantörer genom att utmana dem och hjälpa dem bli bättre.

Kategori IV: Att ständigt söka grundorsaken till problem driver lärandet inom organisationen.

12. Gå och se med egna ögon för att verkligen förstå situationen (genchi genbutsu).

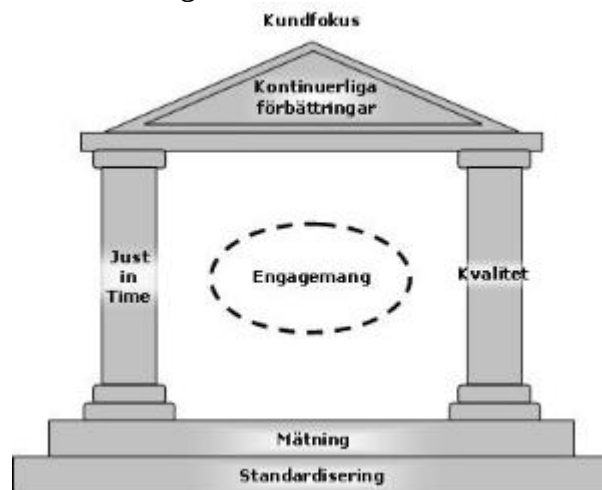
13. Fatta beslut långsamt och i konsensus, överväg noga samtliga alternativ, verkställ snabbt.

14. Bli en lärande organisation genom att oförtröttligt reflektera (hansei) och ständigt förbättra (kaizen) (Liker, J 2009).

2.3 Lean Production

Lean Production är en filosofi med rötter i tillverkningsindustrin och bygger från början på Toyota Production Systems fjorton principer. Fritt översatt så kan Lean Production uttryckas som resurseffektiv produktion. Lean innebär att arbeta med ständiga förbättringar (Kaizen) samt att identifiera och eliminera slöseri (Muda). De företag som använder Lean fokuserar på att analysera produktionsprocessen, detta för att göra den mer effektiv och använda mindre resurser (www.leanforumbygg.se).

På Leanforumbygg beskrivs de metoder, principer och verktyg som ingår i konceptet med en bild på det så kallade "Lean Templet" (se figur 1). Denna illustration visar att alla ingående element är viktiga för helheten.

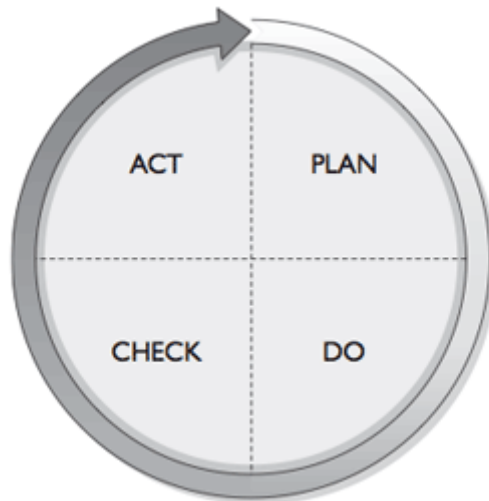


Figur 2-1 "Lean Templet" (www.leanforumbygg.se)

Grunden i Lean-templet består av att standardisera arbetet för att kunna bedriva ett effektivt förbättringsarbete. Genom mätningar skapar en organisation kontroll över sina processer och det blir också en grund för att bedriva framtida förbättringsarbete (www.leanforumbygg.se).

Kvalitet och Just in Time är de två pelarna i templet. Inom Lean-filosofin finns många verktyg och metoder för att felsäkra produktionen och därigenom öka kvaliteten på slutprodukterna. Lean arbetar med behovsstyrd produktion, det vill säga ett dragande produktionssystem. Det ska inte produceras något som kunden inte har efterfrågat. Engagemang skapas genom att allt förbättringsarbete sker med utgångspunkt från produktionen och alla anställda blir delaktiga i det kontinuerliga förbättringsarbetet (www.leanforumbygg.se).

Ett av verktygen som används inom Lean är PDCA-schemat (se figur 2), det används för att kunna genomföra kontinuerliga förbättringar i olika verksamheter. PDCA-schemat är även känt som Demingcykeln efter dess upphovsman William Edwards Deming.



Figur 2 PDCA - schema (www.chef.se)

De olika områdena i PDCA-cykeln är:

- *Plan* – Ta reda på fakta och identifiera vad som ska genomföras. En plan ska upprättas för att kunna genomföra en uppgift.
- *Do* – Genomföra tester i praktiken.
- *Check* – Utvärdera resultaten.
- *Act* – Genomföra förbättringar efter de resultat som uppkommit.

Genom att använda verktyget dagligen, veckovis och årligen uppnås förbättringar som bidrar till ökad effektivitet och frigörande av resurser (Karlsson, T och Nilsson, V 2010).

Ett av de Lean-verktyg som stärker teamwork kallas 5S och är ett antal åtgärder för att eliminera slöseri som orsakar misstag, fel och personskador.

5S står för:

- *Sortera* - verktyg och material. Få som används på arbetsplatsen bort allt onödigt.
- *Städa* – regelbundet, lite varje dag och storstäda en gång i veckan.
- *Systematisera* – allt som är nödvändigt så att det blir lättillgängligt.
- *Standardisera* – de dagliga rutinerna. Skapa en arbetsgång som används varje dag.
- *Se till* – att ordningen följs (Larsson, A och Svensson, T 2007)

Den sista punkten, *Se till*, kan också uttryckas som *skapa en vana* eller *självdisciplin*. Enligt Liker (2007) är det denna punkt som är svårast att uppnå, han skriver: det är detta s:et som får de föregående s:en att fungera genom att det lägger vikten på den utbildning, de övningar och belöningar som behövs för att operatörerna ska känna sig motiverade att upprätthålla och ständigt förbättra arbetssätt och arbetsmiljö. Denna insats kräver en kombination av en engagerad ledning, lämplig utbildning och en kultur där det blir till en vana att stödja förbättringar.

2.4 Slöseri i byggbranschen

Taiichi Ohno var produktionsansvarig på Toyota under mitten av 1900-talet och hade en stor del i utvecklingen av TPS. Han definierade sju typer av slöserier som han ansåg skulle elimineras eller åtminstone minimeras så långt det var möjligt. Det har senare tillkommit en ytterligare form av slöseri, outnyttjad kreativitet. Här nedan visas vad som inom Lean brukar benämnas 7+1 slöserierna:

- *Överproduktion* – Utföra fler arbeten eller utföra arbeten tidigare än vad som behövs. Slöseriet är allvarligt eftersom det kan orsaka andra slöserier. Produkter som ligger och väntar eller inte når kunder skapar inget värde.
- *Väntan* – Att vänta på att någonting ska hända, ex väntan på materialleveranser eller att andra yrkesgrupper ska bli färdiga. Väntan skapar inget värde.
- *Lager* – material som ligger i lager och väntar skapar inget värde. Tar mycket utrymme, binder kapital och döljer problemen.
- *Rörelse* – onödiga rörelser är inte värdeskapande och ska därför minimeras. Ex. gångavstånd för att hämta material och verktyg.
- *Omarbete* – omarbete, korrigering och reparationer tillför inget värde. Det är slöseri med material, tid och arbetskraft.
- *Överarbete* – Mer arbete än vad kunden kräver uträttas. Kunden har förväntning på en viss nivå, mer behövs inte.
- *Transporter* – onödiga transporter av exempelvis material och utrustning kostar pengar, tid och resurser.
- *Outnyttjad kreativitet* – användning utav kunskaper och erfarenhet används inte på bästa sätt.

(Karlsson, T och Nilsson, V 2010)

I sin rapport *Slöseri i Byggprojekt* från 2007 skriver P-E Josephson och L. Saukkoriipi att deras kartläggning visar att slöseriet är i storleksordningen 30-35procent av projektets produktionskostnad. Vidare skriver de att huvuddelen av detta slöseri är dolt för sektorns aktörer, främst beroende på en bristande insikt i vilka aktiviteter som tillför värde för kunden och vilka aktiviteter som inte gör det.

Vidare i sin rapport redovisar de fyra huvudgrupper med exempel på slöserier, dessa redovisas nedan.

- *Fel och kontroller* – Kostnaderna för synliga och dolda fel är stora. Även kostnader för kontroller, försäkringar, stölder och skadegörelse är höga. Slöseriet i denna grupp utgör mer än 10 procent av projektets produktionskostnad.
- *Resursanvändning* – Kartläggningarna visar på överraskande stor andel slöseri i form av väntan, stillastående maskiner och materialspill. Detta slöseri motsvarar mer än 10 procent av projektets produktionskostnad
- *Hälsa och säkerhet* – Slöseriet knutet till arbetsrelaterade skador och sjukdomar är så stort att det redovisas i en separat grupp. Den största kostnadsandelen är för rehabilitering och förtidspensionering och belastar projektet indirekt via skatteinbetalningar. Slöseriet i denna grupp utgör ca 12 procent av projektets produktionskostnad.
- *System och strukturer* – De exempel på slöseri som redovisas i rapporten, till exempel utdragen detaljprocess, omfattande upphandlingsprocess och mycket dokumentation, motsvarar sammantaget ca 5 procent av projektets produktionskostnad. Denna grupp av slöseri är dock den mest underskattade i kartläggningen. Det finns tendens till att förbättringsarbete utmynnar i alltmer omfattande ledningssystem (Josephson, P-E och Saukkoriipi, L 2005).

2.5 Förnyelse i anläggningsbranschen

Anläggningsbranschen står inför och kommer genomgå en förändring vad gäller processtänk och effektivisering och därmed spara tid, pengar och resurser. Nya arbetsmetoder, tankesätt, standardiserade konstruktions- och typlösningar kommer medföra stora förändringar för anläggningsbranschen. Nedan presenteras bakgrundsfakta, tankar kring industrins effektivisering men även hjälpmedel och förslag till effektivisering av anläggningsbranschen.

FIA har fem tydliga mål och strävar efter förnyelse och effektivisering inom anläggningsbranschen. Dessa mål är:

- Högre effektivitet som ger högre kvalitet, lägre kostnader och ökad lönsamhet.
- Bättre samspel och samarbete mellan branschens aktörer.
- Bättre incitament för satsning på forskning och kompetensutveckling.
- Effektivare förmedling av den kunskap och kompetens som redan finns.
- Nyrekryteringen säkras genom att förnyelsearbetet ger en mer positiv bild av branschen i allmänhetens ögon.

2.6 BIM i anläggning

BIM, Building Information Modelling, är ett sätt att hantera information om varje byggnadsdel från hela byggprocessen, från design- och konstrueringsprocessen genom byggskedet och slutligen förvaltningsskedet. Begreppet BIM uppfattas olika och den exakta definitionen finns egentligen inte. BIM är ett arbetssätt som är beroende av teknologi.

Dagens ritningar består nästan uteslutande av 2d-ritningar vilka består av streck och linjer som i sig inte säger något om byggnadsdelen. 3d-modeller används som ett visuellt hjälpmedel för att tydligt visa beställaren hur den färdiga produkten ska se ut, därefter används inte 3d-modellen utan 2d-ritningarna används under hela projektet. En vision med BIM är att tilldela varje byggnadsdel unika egenskaper såsom geometri, ekonomi, tid och produkttegenskaper och därmed planera projekten bättre vilket minskar risken att problem uppstår.

Eftersom stora kostnader av projekten går till slöserierna *överproduktion*, *väntan*, *rörelse*, *överarbete* och *omarbete* krävs bättre informationssystem för att tidigt kunna upptäcka eventuella fel. Genom datorsimuleringar, 3d-modeller, informationsflöde och tidigare använda modeller kommer många fel upptäckas och åtgärdas redan vid projekteringsstadiet och på så sätt minska slöserierna.

Enligt Tyréns, ett av Sveriges ledande konsultföretag inom samhällsbyggnad, skulle en ökad användning av BIM medföra:

- Tillgång till rätt information genom hela byggnads- och anläggningsobjektets livscykel
- Bättre samordning och mindre fel i både projektering och produktion
- Minskad tidsåtgång
- Minskade kostnader
- Ökad produktivitet
- Ökad kvalitet

(www.tyrens.se)

Eftersom programvaror ständigt uppdateras, nya utvecklare utvecklar mer avancerade verktyg för skapande av ritningar, 3d-modeller, visualisering och hantering av information samtidigt som de vill använda sia egna filformat, skapas en klyfta mellan olika aktörer på marknaden. Ett gemensamt filformat är ett måste för att branschen gemensamt ska utvecklas och förbättras. Filformatet IFC, Industry Foundation Classes, är ett oberoende filformat som möjliggör en opåverkad informationsöverföring mellan olika program. Man kan förenklat säga: För att alla aktörer i alla skeden ska ha tillgång, kunna ändra samt lagra information om en byggnad och dess delar krävs ett standardiserat dataformat.

2.7 Erfarenhetsåterföring

Varje projekt är unikt. Inget arbetsmoment är det andra likt. Detta är vanliga antaganden och kommentarer inom byggbranschen, fast detta är felaktigt. De flesta projekt och arbetsuppgifter liknar varandra även om storleken på projekten skiljer sig åt.

Erfarenhetsåterföring anses inte nog viktigt fastän kvalitetsfelkostnader uppgår till omkring hela 10 procent av produktionskostnaden. Denna siffra är väldigt hög och skulle definitivt minska genom en förbättrad erfarenhetsåterföring. En förbättrad erfarenhetsåterföring gäller för alla inom projekten för gemensamt minska och förhindra fel som gjorts i tidigare, liknande projekt och arbetsuppgifter och därmed öka vinsten i projekten (Josephson, P-E och Saukkoriipi, L 2005).

Erfarenhetsåterföring sker både muntligt och skriftligt i dokument och rapporter men bör även återföras via nyare medier som i videosekvenser över väl utförda arbetsuppgifter. På detta sätt förloras inte den kunskap och teknik som en medarbetare besitter när denne lämnar företaget oavsett arbetsbefattning.

3 Projekt Göteborgs hamn

När staden Göteborg grundades år 1621 var vattentransporter nästan det enda sättet att frakta de svenska klassiska exportvarorna, järn och timmer, ut ur landet. Hamnar var väldigt viktiga för svensk ekonomi och Göteborg hade ett perfekt läge för sjötransporter i och med sin placering i Göta Älvs mynning.

Från början lastades och lossades skeppen runt om i kanalerna i Göteborg, men när ångbåtarna kom blev en effektivisering av arbetet nödvändigt. På 1840-talet byggdes de första kajerna utmed älvstranden. I mitten av 1900-talet behövde hamnen mer utrymme och de flesta hamnområdena flyttades ut ur stadens centrala delar, till den norra älvstranden.

Containerhamnen i Göteborg är idag Nordens största och är den enda i Sverige som trafikeras av oceangående fartyg. Det mesta av godset är på väg till eller kommer från andra världsdelar antingen direkt med oceanfartyg eller med feederfartyg via kontinenten. För att möta dessa behov har Skandia Container Terminal AB i Göteborgs Hamn specifika resurser och kompetenser (www.skandiacontainer.se).

I Göteborgs hamn, där Skanska fått som uppgift och höjjustera markytan i containerhamnen kör grensletruckar med en vikt över 100 ton när de lastar containrar. Dessa enorma krafter får stor inverkan på överbyggnadsytan och extra skydd och förstärkningar av marken krävs.

3.1 Kringgjutning av el- och telekabelkanalisation

Normalt sett, då inga stora belastningar inträffar på en överbyggnadsyta läggs kablar i marken med skyddsfyllning och kringfyllning enligt AMA. Vid stora belastningar så som vid flygplatser, hamnar och under järnväg krävs extra skydd för kablarna så att dessa ej blir skadade på grund av de extrema krafterna. Genom att gjuta betong runt kablarna tas krafterna upp och kablarna ligger väl skyddade.

Skanska använde sig av olika metoder för gjutning av kablarna i projektet vid Göteborgs hamn. Genom att analysera de olika tillvägagångssätten för gjutning av kabelkanalisationerna och genom att återkoppla dessa mot tidigare redovisade effektiviseringspunkter, uppnås syftet med detta examensarbete.

3.1.1 Lösvirkeskonstruktion

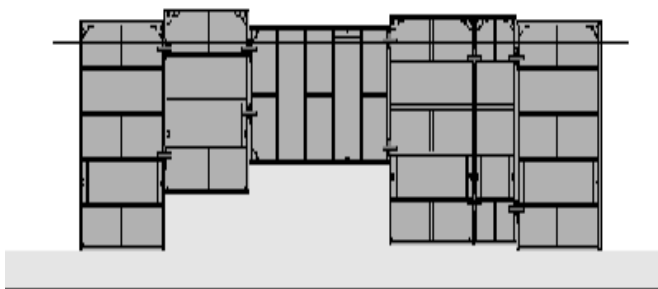
Den första metoden Skanska använde i Skandiahamnen, vid byggnation av el- och telekabelkanalisation, var en gammalmodig och tidskrävande metod. Formen byggdes för hand och en formvägg måste sättas innan distanser, armering och rören kan läggas. Formsättningen gick till genom att träreglar spikades fast i en skyddsbetong med expanderspikar och en plyfaskiva monterades i dessa regler som mothåll mot betongen. I betongen fästes plastdistanser vilka är 50 mm höga, en meter långa och sätts på ett c-c-avstånd om en meter. Därefter läggs rören och armeringsjärn vilka najas med najtråd i plastdistanserna (se kap 4.8 Najning). Vidare najas lager två av plastdistanser, rör samt armering. När båda lagren av plastdistanser, rör och armering är fastnajade kan sedan formvägg två sättas och formen är nu klar för gjutning. Under tiden betongen fylls i formen är det viktigt att vibrera betongen med betongvibrator för att bli av med luft. Därefter återstår endast väntan på att betongen ska härda samt rivning av form.



Bild 1 Lösirkeskonstruktion Foto: C. Andersson (2010)

3.1.2 Dokaformskonstruktion

Dokaformskonstruktionen bygger på samma teknik som lösvirkeskonstruktionen, man bygger först upp ena sidan av formen vilken förankras i en skyddsbetong med expanderspik. Dokaformarna är konsoler om 1.2x0.6m stålkonstruktion med plyfaskiva in mot betongen. Konsolerna kopplas samman i falsen som löper runt ramen genom två spänntvingar. Falsen är dessutom ihålig vilket medför att formen kan skjutas i höjddled enligt figur nedan. Slutligen används ett spännstag i överkant för ökad stabilitet. Därefter går förankringen av plastdistanserna, najningen av rören samt armeringsjärnen till på samma sätt som vid användning av lösvirkeskonstruktionen. Dokaformen är tung, en konsol väger 35kg, vilket gör konstruktionen stabil och robust när den sammanfogas med spänntvingar, spännstag samt förankrad i betong.



Figur 3 Dokaformskonstruktion (www.doka.com)



Bild 2 Spänntving



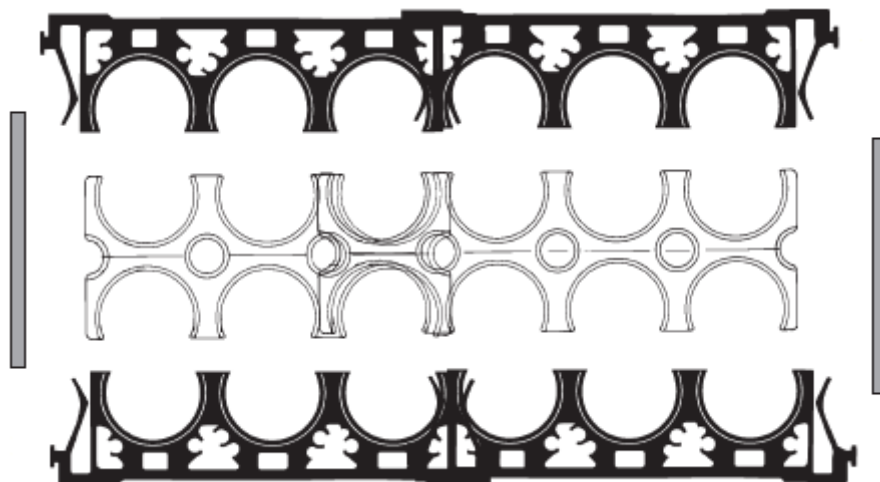
Bild 3 Dokaformskonstruktion, en formvägg förankrad i skyddsbetong Foto: C, Andersson (2010)

3.1.3 OPI-konstruktion

OPI-konstruktionen, Oslo Presstoff Industri, är den tredje konstruktionstypen som testas. Den bygger inte alls på samma teknik som de två övriga konstruktionstyperna då den inte kräver förankring i skyddsbetong utan den står direkt på en packad yta med 0-18mm grusmaterial. Förankring krävs inte då hela konstruktionen låser sig själv och betongen tynger ned konstruktionen. Den byggs sedan av plathållare och plastdistanser med plyfaskiva som väggmaterial. Plastdistanserna finns i två varianter, en för bottenlagret som även används för att låsa konstruktionen i ovankant, den andra distansen är mellanlagret vilken låser rören i lager ett och samtidigt håller rören i lager två.



Bild 4 OPI-kanalisation. Foto: C. Andersson (2010)



Figur 4 OPI plastdistanser (www.opi.no)

4 Jämförande analys av produktionsmetoder

För en effektivare byggprocess nämns tidigare i denna rapport flera utgångspunkter som standardiserade konstruktionslösningar och typlösningar samt nya hjälpmedel så som BIM och Lean. Dessa utgångspunkter bör beaktas och tillämpas på ständigt återkommande arbetsuppgifter eftersom det är dessa som med små besparingar på lång sikt ger stora vinster.

Genom en jämförande analys av de olika produktionsmetoderna för gjutning av kabelkanaler och koppla dessa mot LEAN-filosofins 7+1 slöserier och jämföra metodernas arbetsförhållande och tidsåtgång hoppas vi se en ekonomisk vinst både i materialkostnad men även totaltkostnad där arbetstiden inkluderas.

Det sista slöseriet, yrkesarbetarnas outnyttjade kreativitet, är i detta fall otroligt svårt att identifiera vilket gör att vi ej tagit hänsyn till det i kommande jämförelser.

Nedan presenteras en analys och jämförelse av de olika produktionsmetoderna i tabellform. Resultatet i tabellerna har framkommit efter egna observationer som protokollförts då vi aktivt deltagit i produktionen samt efter diskussioner med yrkesarbetare. De olika produktionsmetoderna delas upp i mindre arbetsmoment och dessa analyseras ingående med avseende på lean-filosofins 7+1 slöserier. Tabellerna innehåller de sju slöserier vi valt och analysera samt anmärkningar till dessa och förslag till åtgärder redovisas. Anmärkningar i tabellen avser konkreta slöserier som vi tillsammans med yrkesarbetare observerat under produktionen. Åtgärderna som angivits är våra förslag på hur dessa konkreta slöserier kan minimeras eller elimineras.

Jämförelsen är indelad i de olika arbetsmomenten: *Förberedande markarbeten, Formsättning, Distanser och armering, Rörläggning och mellandistans, Färdigställande av form samt Rivning av form.*

Förklaring vad som ingår i de olika arbetsmomenten redovisas nedan.

Idé till tabellutformning är hämtat från (Larsson, A och Svensson, T 2007).

4.1 Förberedande markarbeten

Med förberedande markarbeten avses arbetet från start av schaktning tills det att formen kan börja byggas. För de båda metoderna med lösvirkeskonstruktionen och dokaformskonstruktionen är arbetet identiskt och innefattar gjutning av skyddsbetong medan markarbeten för OPI-konstruktionen innebär packning och höjdjustering av en ledningsbädd med 0-18mm grusmaterial.

4.1.1 Lösvirkeskonstruktion

Aktivitet	Förekomst	Anmärkning	Åtgärd
Överproduktion	Ja	Osäkerhet kring mängd betong som krävs.	Jämnare underlag, skarpare schaktkanter
Väntan	Ja	Väntan på betongbil Betongen måste härda	Just in time-leverans -
Onödiga rörelser	Nej		
Transport	Ja	Lagring och upplägg av schaktmaterial	Planera ”de 5 s:en”
Överarbete	Nej		
Lager	Ja	Lagring och upplägg av schaktmaterial	Planera ”de 5 s:en”
Defekter (omarbete)	Nej		

4.1.2 Dokaformskonstruktion

Aktivitet	Förekomst	Anmärkning	Åtgärd
Överproduktion	Ja	Osäkerhet kring mängd betong som krävs.	Jämnare underlag, skarpare schaktkanter
Väntan	Ja	Väntan på betongbil Betongen måste härda	Just in time-leverans -
Onödiga rörelser	Nej		
Transport	Ja	Lagring och upplägg av schaktmaterial	Planera ”de 5 s:en”
Överarbete	Nej		
Lager	Ja	Lagring och upplägg av schaktmaterial	Planera ”de 5 s:en”
Defekter (omarbete)	Nej		

4.1.3 OPI-konstruktion

Aktivitet	Förekomst	Anmärkning	Åtgärd
Överproduktion	Ja	Osäkerhet kring mängd grusmaterial som krävs.	Jämnare underlag, skarpare schaktkanter
Väntan	Nej		
Onödiga rörelser	Nej		
Transport	Ja	Lagring och upplägg av schaktmaterial	Planera ”de 5 s:en”
Överarbete	Nej		
Lager	Ja	Lagring och upplägg av schaktmaterial	Planera ”de 5 s:en”
Defekter (omarbete)	Nej		

Kommentarer kring markarbeten:

De slöserier som tas upp är väntan på betongbil samt att betongen ska härda. I fallet då betongen härdat är detta en, för varianten med lösvirkes- och Dokaformskonstruktionen, nödvändig väntan medan man med OPI-konstruktionen kan jobba vidare direkt efter att ytan av grusmaterial är packad och justerad.

Osäkerhet kring mängd skyddsbetong och grusmaterial gör att detta får anses som slöseri då det säkerligen kan gå åt mindre än det som använts.

4.2 Formsättning

Tillvägagångssättet med formsättning av lösvirkes- och Dokaformskonstruktionen är, som tidigare redovisat, lika på det sättet att man bygger ena formväggen innan plastdistanser, armeringsjärn och rör monteras. Därefter bygger man upp den andra formväggen och betongen kan sedan gutas. Denna jämförelse kommer behandla uppbyggnaden av formväggarna för produktionsmetoderna med lösvirkes- och Dokaformskonstruktionen för att hitta slöserierna i detta steg.

För metoden med OPI-konstruktion kommer det moment vi kallar formsättning i ett senare skede där båda formväggarna byggs samtidigt.

4.2.1 Lösvirkeskonstruktion

Aktivitet	Förekomst	Anmärkning	Åtgärd
Överproduktion	Nej		
Väntan	Ja	Betongen hade ej härdad	Planera så betongen får tid att härda
Onödiga rörelser	Ja (problem ovan)	Plocka ihop material och verktyg	Se ovan
Onödig Transport	Nej		
Överarbete	Nej		
Lager	Nej		
Defekter (omarbete)	Ja	Börja bygga om när betongen bränt	Se ovan

4.2.2 Dokaformskonstruktion

Aktivitet	Förekomst	Anmärkning	Åtgärd
Överproduktion	Nej		
Väntan	Ja	Hjullastare upptagen	Planering av arbetsdag
Onödiga rörelser	Nej		
Onödig transport	Nej		
Överarbete	Nej		
Lager	Ja	Hyra av form	Just in time-leverans
Defekter (omarbete)	Nej		

Kommentarer kring formsättning:

När lösvirkeskonstruktionen skulle byggas togs material och verktyg ut till arbetsplatsen för att när man sedan skulle borra i betongen upptäcka att den ej härdat. Detta medförde en väntan med formsättning till nästa dag och man var tvungen att planera nya arbetsuppgifter för dagen.

Vid formsättning av Dokaformen var hjullastaren upptagen och eftersom formarna väger så mycket var man tvungen och vänta tills hjullastaren var ledig.

4.3 Distanser och armering

I detta skede är produktionsmetoderna med lösvirkes- och Dokaformskonstruktionen helt identiska och kommer därför redovisas i gemensam tabell.

Distanserna sätts på avstånd om en meter och förankras med expanderspik i skyddsbetongen. Armeringsjärnen najas sedan i plastdistanserna och skarvas genom najning.

OPI-kanalen skiljer sig helt från de andra produktionsmetoderna då man i första lagret lägger ut plastdistanserna med en meters avstånd och därefter trär armeringsjärnen genom hålen i plastdistanserna, sedan skarvas armeringsjärnen genom najning.

4.3.1 Lösvirkes- och Dokaformskonstruktion

Aktivitet	Förekomst	Anmärkning	Åtgärd
Överproduktion	Nej		
Väntan	Nej		
Onödiga rörelser	Ja	Hämta hammare och najtråd	Planering, ta med tillräckligt med najtråd
Onödig transport	Nej		
Överarbete	Ja	För mycket najning	Rätt teknik, minsta möjliga najvarv
Lager	Nej		
Defekter (omarbete)	Ja	Najtråd går sönder	Rätt teknik, bra verktyg.

4.3.2 OPI-konstruktion

Aktivitet	Förekomst	Anmärkning	Åtgärd
Överproduktion	Nej		
Väntan	Nej		
Onödiga rörelser	Ja	Glömt najtång och najtråd. Långt till distanser och armeringsjärn	Planera hela uppgiften. Placera pall med distanser och armeringsjärn optimalt vid arbetsyta.
Onödig Transport	Nej		
Överarbete	Ja	Kan förekomma vid skarvning av armeringsjärn	Minsta möjliga najning.
Lager	Nej		
Defekter (omarbete)	Ja	Najtråd går sönder	Rätt teknik, bra verktyg.

Kommentarer kring distanser och armering:

Planera arbetsmomentet, tag med rätt verktyg och tillräckligt material till arbetsplatsen.

Eventuellt överarbete kommer uppkomma kring najning då varje najning är unik och därmed lätt och överarbete med för många najningar. Överarbetet är framförallt aktuellt där lösvirkes- eller Dokaformskonstruktion används eftersom det krävs många fler najningar.

4.4 Rörläggning och mellandistans

Läggning av rören och mellandistanser är identiskt för lösvirkes- och Dokaformskonstruktionen och analyseras därför i samma tabell nedan.

För de båda produktionsmetoderna med lösvirkes- och Dokaformskonstruktionen läggs rören och najas fast i de undre plastdistanserna, därefter najas lager två av plastdistanser fast i de undre plastdistanserna.

OPI-kanalen kräver ingen najning utan rören trycks fast direkt i plastdistanserna. Plastdistanserna håller rören på plats med ett avstånd mellan rören om 30mm vilket gör att betongvibratoren kommer ned mellan rören. Nästa lager, mellandistanserna, är formade för att både låsa rören i lager ett nedåt men samtidigt hålla lager två av rören samt dessutom är det hål i distansen för nästa lager armeringsjärn.

4.4.1 Lösvirkes- och Dokaformskonstruktion

Aktivitet	Förekomst	Anmärkning	Åtgärd
Överproduktion	Nej		
Väntan	Nej		
Onödiga rörelser	Ja	Ibland långa avstånd till distanser, armeringsjärn och rör	Optimal placering av materialet
Transport	Nej		
Överarbete	Ja	För mycket najning	Rätt teknik, minsta möjliga najvarv
Lager	Nej		
Defekter (omarbete)	Ja	Najtråd går sönder	Rätt teknik, bra verktyg.

4.4.2 OPI-konstruktion

Aktivitet	Förekomst	Anmärkning	Åtgärd
Överproduktion	Nej		
Väntan	Ja	Slut på distanser	Kontrollera mängd material direkt vid leverans
Onödiga rörelser	Ja	Ibland långa avstånd till distanser, armeringsjärn och rör	Optimal placering av materialet
Transport	Nej		
Överarbete	Ja	För mycket najning	Rätt teknik, minsta möjliga najvarv
Lager	Nej		
Defekter (omarbete)	Ja	Najtråd går sönder	Rätt teknik, bra verktyg.

Kommentarer kring rörläggning och mellandistans:

Detta arbetsmoment är identiskt för lösvirkes- och Dokaformskonstruktionen men skiljer sig totalt mot OPI-konstruktionen. För lösvirkes- och Dokaformskonstruktionen går detta arbetsmoment endast ut på förankring av rör, skarvning samt fixering av armeringsjärn genom najning. Arbetsuppgiften är fysiskt påfrestande med dålig arbetsställning och najtråden går lätt sönder när koncentrationen avtar hos arbetaren.

För arbetet med OPI-konstruktionen är detta arbetsmoment tvärtemot lösvirkes- och Dokaformskonstruktionen ett enkelt arbetsmoment eftersom man trycker ned rören i plastdistanserna och enda najningen är vid skarvning av armeringsjärnen.

4.5 Färdigställande av form

Efter najning av rören i lager två gäller för både lösvirkes- och Dokaformskonstruktionen en upprepning av, tidigare redovisat, punkt 4.2 Formsättning. Det som tillkommer i de båda fallen är stabilisering i överkant av konstruktionerna genom användning av stag. Metoden med lösvirkeskonstruktionen är staget en spikad regel och i fallet med Dokaformskonstruktionen är spännstaget av rostfritt stål.

Arbetsmomentet montering av stag kommer ej analyseras mot LEAN constructions 7 slöserier då detta moment redan tagits upp och stabiliseringen genom stag är för litet i sammanhanget.

Färdigställandet av formen för OPI-konstruktionen består av: montering av plyfaskiva och plastdistanser i överkant samt motfyllnad med grusmaterial i underkant.

4.5.1 OPI-konstruktion

Aktivitet	Förekomst	Anmärkning	Åtgärd
Överproduktion	Nej		
Väntan	Nej		
Onödiga rörelser	Ja	Långa avstånd till plyfaskivor och plastdistanser	Optimal placering av materialet
Transport	Nej		
Överarbete	Nej		
Lager	Nej		
Defekter (omarbete)	Nej		

Kommentarer kring Färdigställande av form:

För detta arbetsmoment krävs enbart distanser och plyfaskivor samt motfyllnad med grusmaterial där plyfaskivan möter den packade ytan.

Rätt placering av pall för plyfaskivorna samt rätt antal distanser är det viktigaste i detta arbetsmoment.

4.6 Gjutning

Med momentet gjutning avses då gjutning kan påbörjas fram till dess att betongen har bränt och rivning av form kan påbörjas. Gjutningen går till på samma sätt för alla tre olika produktionsmetoder och analyseras därmed nedan i samma tabell.

Aktivitet	Förekomst	Anmärkning	Åtgärd
Överproduktion	Nej		
Väntan	Ja	Väntan på betongbil och att betongen ska härda.	Just in time-leverans
Onödiga rörelser	Nej		
Onödig Transport	Ja	Flytt av betongbil	Bättre placering av betongbil
Överarbete	Ja	Överdriven vibrering av betong	Var noggrann men vibrera ej betongen mer än vad som krävs
Lager	Nej		
Defekter (omarbete)	Ja	Kompletterande gjutning på grund av onoggrannhet	Noggrannhet vid gjutning och vibrering av betong.

Kommentarer kring gjutning:

Det uppstår ofta en väntan på betongbil och just in time-leverans bör eftersträvas. Optimal uppställning av betongbil och därmed minimerad förflyttning av den samma är av värde.

4.7 Rivning av form

Momentet Rivning av form innebär borttagning av form efter det att betongen har bränt klart. Detta moment skiljer sig en del mellan de olika metoderna, vid lösvirkeskonstruktionen monteras plyfaskivor, vinklar och regler ned. Vid Dokakonstruktionen monteras formen ned och regler bryts loss. Vid OPI-konstruktionen slås de övre övre plastdistanserna sönder med en skyffel för att sedan lyfta upp plyfaskivorna och eventuellt återanvända dessa vid senare gjutning.

4.7.1 Lösvirkeskonstruktion

Aktivitet	Förekomst	Anmärkning	Åtgärd
Överproduktion	Nej		
Väntan	Nej		
Onödiga rörelser	Ja	Hämta kofot	Planera arbetet
Onödig Transport	Ja	Material ligger på arbetsplats och måste flyttas	Lägga material direkt på pall
Överarbete	Nej		
Lager	Nej		
Defekter (omarbete)	Nej		

4.7.2 Dokaformskonstruktion

Aktivitet	Förekomst	Anmärkning	Åtgärd
Överproduktion	Nej		
Väntan	Ja	Vänta på hjullastare	Planera arbetsdag
Onödiga rörelser	Nej		
Onödig transport	Ja	Mellanlagring av form	Planera nästa användning
Omarbete	Nej		
Lager	Ja	Mellanlagring av form	Förberett nästa användning
Defekter (omarbete)	Nej		

4.7.3 OPI-konstruktion

Aktivitet	Förekomst	Anmärkning	Åtgärd
Överproduktion	Nej		
Väntan	Nej		
Onödiga rörelser	Nej		
Onödig Transport	Nej		
Överarbete	Nej		
Lager	Nej		
Defekter (omarbete)	Ja	Skador på plyfaskivor	Var försiktig då plastdistanserna slås av



Bild 4 OPI-konstruktion. De övre plastdistanserna slås sönder vid rivning av form. Foto C. Andersson (2010)

Kommentarer kring rivning av form:

För lösvirkeskonstruktionen gäller en försiktighet mot material som kommer återanvändas och placering av pall bör planeras för att minimera transportsträckan av material.

För Dokaformskonstruktionen underlättar en hjullastare rivningen av form då man kan lyfta fler sektioner samtidigt och på så sätt spara tid. Reglarna bryts loss från skyddsbetongen och återanvänds om möjligt vid senare gjutning.

Rivning av OPI-kanalen består av att slå sönder de övre plastdistanserna och samtidigt minimera skadorna på plyfaskivorna så dessa kan återanvändas. Pall nära OPI-kanalen för att minska transporter av plyfaskivorna efter rivning.

4.8 Najning

Det absolut mest tidskrävande men även ett av de mest fysiskt påfrestande arbetsmomenten är najning utav rör och armeringsjärn. Najningen är till för fixering och skarvning av armeringsjärnen samt förankring av rören i plastdistanterna. Förankring av rören i plastdistanterna går till genom att najtråd förs genom öppningar i plastdistanterna och därefter runt rören och sedan spänns najtråden och najas fast rören.

Najning av armeringsjärn är mycket enklare då najtråden förs runt de överlappande armeringsjärnen och najas enligt samma princip som ovan.

Arbetsställningen och arbetsförhållande för najning är ofta mycket dåligt då man ofta går med böjd rygg, jobbar på små ytor och utför ett väldigt monotont arbete. Speciellt ansträngande var najningen av lager två av armeringsjärn och rör då man får stå i ansträngande arbetsställningar och det var svårt att komma runt med najtråden i distanserna under.

4.8.1 Jämförelse OPI- och Dokaformskonstruktion

Denna jämförelse kommer tydligt visa tidsbesparing och bättre arbetsförhållande genom användning av OPI-konstruktion istället för Dokaformskonstruktion.

Armeringsjärnen och rören är båda 6m långa och det blir därmed 5 skarvningar av armeringsjärn och rör för 30meter kabelkanalisation.

4.8.1.1 Dokaformskonstruktion

För Dokaformskonstruktionen förankras fem stycken armeringsjärn genom najning i bottenplastdistanterna och skarvas två gånger var sjätte meter. Dock räcker det med en najning mittemellan skarvarna och därmed blir det 5 najningar per armeringsjärn på 6 meter. Totalt $5 \times 5 \times 5 = 125$ najningar (5 armeringsjärn, 5 najningar per järn och 5 sektioner) för armeringsjärnen i lager ett. Lager två består av 3 armeringsjärn vilket ger $3 \times 5 \times 5 = 75$ najningar

Rören i lager ett najas varje meter vilket leder till totalt $6 \times 6 \times 5 = 180$ najningar i lager ett. Samma gäller för lager två vilket ger totalt $2 \times 180 = 360$ najningar för två lager rör.

Mellandistanterna najas 3 gånger varje meter vilket leder till totalt $3 \times 6 \times 5 = 90$ najningar

Totalt ger det $125 + 75 + 360 + 90 = 650$ najningar för 30 meter kanal med användning av Dokaform. Dessutom går najtråden ibland sönder och uppskattningsvis skulle det kunna bli 700 najningar på 30 meter kanal.

4.8.1.2 OPI-konstruktion

Med användning av OPI-kanal försvinner najningen av rör och distanser, endast skarvning av armeringsjärn najas. Dessutom fixerar OPI-kanalens plastdistanter armeringsjärnen vilket leder till att endast skarvning av armeringsjärnen krävs, vilket blir 2 skarvar var sjätte meter per rör

Detta ger $2 \times 6 \times 5 = 60$ najningar i lager ett och $2 \times 6 \times 3 = 36$ najningar i lager två

Totalt $60 + 36 = 96$ najningar för hela OPI-kanalen.

Antal najningar per meter blir således för de olika produktionsmetoderna:

Dokaformskonstruktion: $650/30 = 22$ najningar per meter

OPI-konstruktion: 3.2 najningar per meter.

5 Resultat

Nedan redovisas de resultat vi kommit fram till i kapitel 4. *Jämförande analys av produktionsmetoder*. Vi har valt att sammanställa resultatet under de fyra kategorierna: *slöserier, tidsåtgång, ekonomi* samt *arbetsmiljö*.

Då viss information är känslig för Skanska redovisar vi resultatet i form av jämförelsetal där OPI-konstruktionen alltid ansätts till index 100.

5.1 Sammanställning slöserier

Här redovisas de konkreta slöserier som observerats under produktionen av de olika typerna av kanalisation. I jämförelsetalet som redovisas nedan har endast antalet konkreta slöserier vägts in. Ingen hänsyn är tagen till storleken för enskilt slöseri.

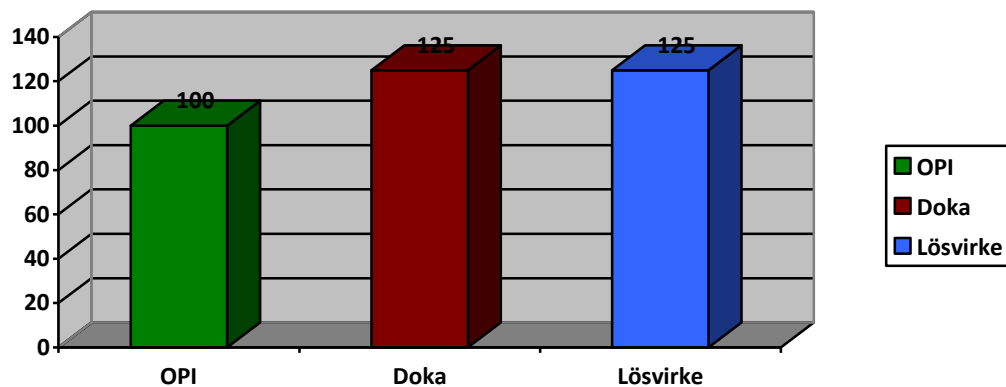


Diagram 1 Sammanställning konkreta slöserier

Som diagrammet visar så observerades 25 procent fler antal slöserier vid produktionen med Doka- och Lösvirkeskonstruktionerna jämfört med OPI-konstruktionen.

5.2 Sammanställning tidsåtgång

Här redovisas en sammanställning av tidsåtgången för de olika konstruktionstyperna.

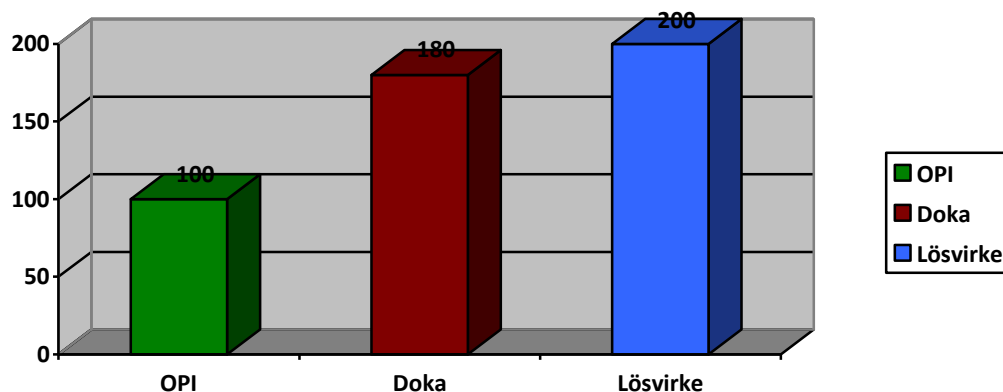


Diagram 2 Sammanställning av tidsåtgången för de olika produktionsmetoderna

Diagrammet visar skillnaden i produktionstid mellan de olika konstruktionstyperna. Produktionen av 30 meter kanalisation tog kortast tid med OPI-konstruktionen medans Doka- och Lösvirkeskonstruktionerna var 80 respektive 100 procent mer tidskrävande. Största anledningen till detta var väntan på att skyddsbetongen skulle härda.

5.3 Sammanställning materialkostnad

Här redovisas materialkostnaden för de olika konstruktionstyperna.

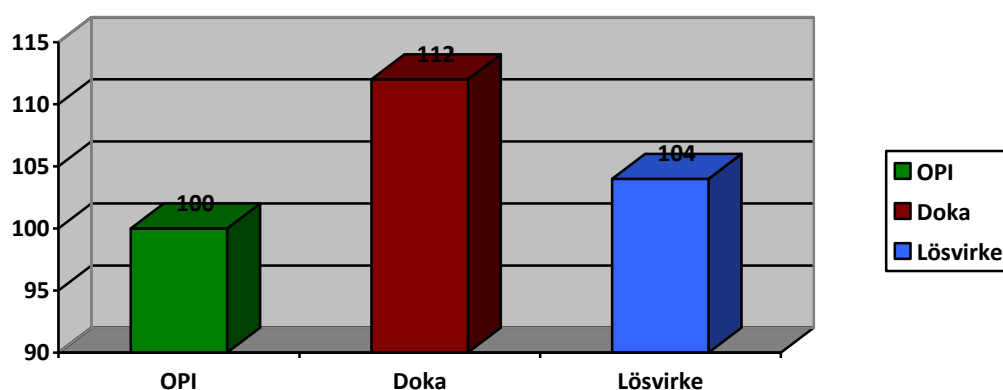


Diagram 3 Sammanställning av materialkostnaden för de olika konstruktionstyperna

Diagrammet visar att OPI-konstruktionen var det billigaste alternativet. Största anledningen till detta resultat är att åtgången av betong minskas avsevärt med OPI-konstruktionen.

5.4 Ekonomisk sammanställning

Nedan redovisas en ekonomisk sammanställning och jämförelse för 30 meter el- och telekabelkanalisation av de redovisade konstruktionstyperna. Dessa redovisningar inkluderar alla kostnader så som materialkostnader, tidsåtgång, hyra av form samt kostnader för maskiner.

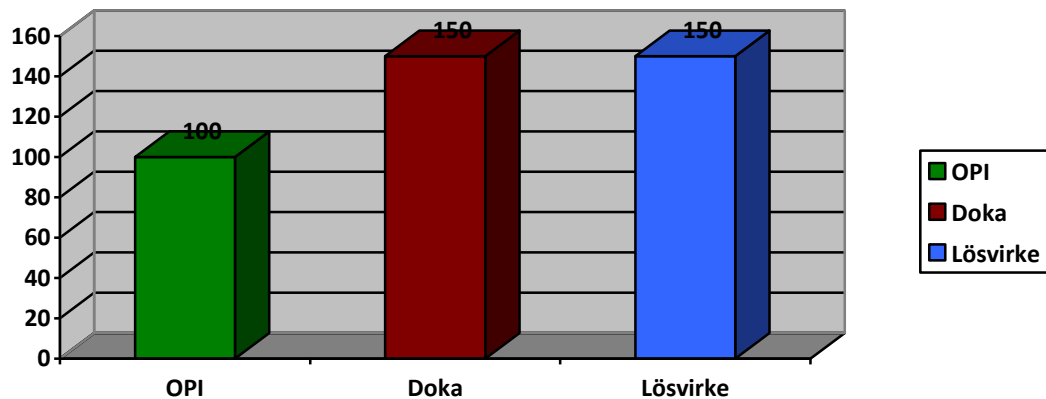


Diagram 4 Totalkostnad för 30 meter kanalisation vid de olika produktionsmetoderna

Detta diagram visar tydligt förhållandet av den totala kostnaden för 30 meter el- och kabelkanalisation för de olika konstruktionstyperna.

För lösvirkeskonstruktionen och Dokaformskonstruktionen blir den sammanlagda kostnaden densamma då materialkostanden för lösvirkeskonstruktionen är billigare än Dokaformskonstruktionen medan tidsåtgången är högre.

6 Avslutning

Syftet med detta examensarbete var och jämföra tre olika produktionsmetoder vid anläggning av kringgjuten el- och telekabelkanalisation och samtidigt undersöka möjligheten till effektivisering både ekonomiskt, tidsmässigt samt om arbetsmiljön kunde förbättras.

6.1 Slutsatser

Nedan redovisas de slutsatser vi kommit fram till om de olika produktionsmetoderna. Vi har valt och dela upp slutsatserna ekonomiskt, tidsmässigt och arbetsmiljömässigt. Slutligen har vi sammanvägt de olika produktionsmetoderna ekonomiskt, tidsmässigt och arbetsmiljömässigt och gjort en slutlig rekommendation av produktionsmetod.

Ekonomisk slutsats:

Materialkostnaden per längdmeter skiljer sig mellan produktionsmetoderna där det visade att OPI-konstruktionen var billigast. Lösvirkesformen var 7.5procent dyrare medan Dokaformskonstruktionen var 18 procent dyrare per längdmeter.

Tidsmässig slutsats:

Vid en jämförelse mellan de olika produktionsmetoderna visade sig lösvirkesmetoden och Dokaformskonstruktionen ta dubbelt så lång tid på en sträcka av 30 meter. Det som bidrar mest till detta är väntan på att betongen ska härda. Även formsättning, najning av rör och armering samt rivning av form bidrar till denna fördubbling av produktionstid.

Arbetsmiljömässig slutsats:

Av egen arbetserfarenhet samt efter synpunkter och diskussioner med yrkesarbetare kom vi även här fram till att OPI-konstruktionen var den bästa metoden. Med denna metod minskade antalet najningar från 22 najningar per meter till 3 najningar per meter. Dessutom kom man ifrån de många arbetsmoment som formsättning innefattade för de andra metoderna samt de tunga lyften utav Dokaformarna.

Sett ekonomiskt, tidsmässigt och ur en arbetsmiljömässig synpunkt har OPI-konstruktionen klara fördelar vid kringgjutning av el- och telekabelkanalisation.

6.2 Diskussion av slutsatserna

Det resultat vi kom fram till ekonomiskt och arbetsmiljömässigt var väntat medans tidsbesparingen var anmärkningsvärt stor. Det förvånade oss att man kunde halvera produktionstiden endast genom byte av arbetsmetod. Det var tillfredställande att se den ekonomiska och tidsmässiga besparingen som användning av OPI-kanalisation medförde men det var framförallt den arbetsmiljömässiga förbättringen som uppskattades bland yrkesarbetare.

Eftersom vi följt och hjälpt till vid produktion på plats anser vi våra slutsatser vara betydande. Dock har vi endast jämfört de olika produktionsmetoderna på en arbetsplats och vid ett par gjutningstillfällen. Liknande jämförelser är nödvändigt i framtiden för att ytterligare bekräfta vårt resultat.

Ytterligare en ekonomisk besparing är möjlig genom en annan placering av rören vid användning av OPI-konstruktionen. Skulle en annan mellandistans användas och rören placeras som 4x3 istället för, som vid detta projekt 6x2, skulle materialkostnaden för plastdistanserna och plyfaskivor per sektion minska med 16 procent. Detta eftersom man endast behöver en mellandistans mot dagens två. Dessutom minskar betongåtgången per meter med 7 procent. Väljs denna placering av rör ändras även formen för konstruktionen då den blir smalare men högre, detta kan vara bra vid begräsat utrymme som till exempel i stadsmiljö. I projektet vid Göteborgs hamn var detta inte möjligt då det var föreskrivet 6x2 som placering av rör.

6.3 Reflektioner kring examensarbetet

Genom att följa projektet på plats har vi fått fördjupande kunskaper inom kringgjutning av el- och telekabelkanalisation. Vi har dessutom fått djupare insikt i de olika yrkesroller som förekommer inom anläggningsbranschen såsom yrkesarbetare, mättekniker, arbetsledare och platschef.

Vi tycker att vi med detta examensarbete har visat att det går att effektivisera produktionen. Vi tror att det skulle vara nyttigt för branschen att i framtiden utföra liknande analyser inom fler projekt och på fler arbetsmoment för att kunna upptäcka slöserier och därefter försöka eliminera/minimera dessa.

7 Referenser

7.1 Litteratur

Friblick, F och Olsson, V, (2009), *Planering i byggproduktion*. FoU-väst, Göteborg.

Fernström, G (2009), *Samverkan, lean tänkande och industriellt byggande i symbios för att utveckla bygg: en executive bok för att förändra och utveckla byggverksamhet*. Fernia Consulting AB, Skurup.

Josephson, P-E och Saukkoriipi, L (2005), *Slöseri i byggprojekt: behov av förändrat synsätt*. FoU-väst, Göteborg.

Larsson, A och Svensson, T (2007), *Tillämpning av Lean Construction*. Chalmers tekniska högskola vid institutionen för Bygg- och miljöteknik, Göteborg. Examensarbete nr. 2007:77

Liker, J. K (2009), *The Toyota way: lean för världsklass*. Liber, Malmö

7.2 Elektroniska källor

Doka Group. Tillgänglig <<http://www.doka.com/doka/se/>> (2010-09-02)

FIA Sverige. Tillgänglig <<http://www.fiasverige.se/>> (2010-04-03)

Karlsson, T och Nilsson, V (2010), *Projektplanering med visuell metodik i byggbranschen*. Högskolan Halmstad. Examensarbete. Tillgänglig <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:hh:diva-4456> (2010-09-03)

Lean Forum Bygg. Tillgänglig <http://www.leanforumbygg.se/> (2010-08-30)

Tyréns AB. Tillgänglig <<http://www.tyrens.se/>> (2010-05-21)

7.3 Muntliga källor

Gering, P, Platschef, Skanska Sverige AB. Löpande under arbetets gång.

Källström, J, Projektchef, Skanska Sverige AB. Löpande under arbetets gång.

Pettersson, T, Arbetsledare, Skanska Sverige AB. Löpande under arbetets gång.

7.4 Bilder

Figur 1: <<http://www.leanforumbygg.se/>>

Figur 2: <<http://www.chef.se/dynamisk/images/uploads/managementtermer/pdca.gif>>

Figur 3: <<http://www.doka.com/doka/se/>>

Figur 4: <<http://www.opi.no>>