

# **INTERAKTIVT SPEL FÖR PRODUKTIONSPLANERING**

*Förstudie*

**Emile Hamon**

**2018-01-10**

**SBUF stödjer**  
forskning & utveckling



**som leder till**  
praktisk handling

# Förord

Spelifiering är ett område som ökar inom alla branscher och som innebär att man på ett pedagogiskt sätt ”leker” sig till kunskap som man har stor nytta av i sitt yrke. Ett interaktivt spel för produktionsplanering skulle ge en läroprocess som fortsätter även efter en avklarad utbildning. Det hade varit enkelt och snabbt att öva sig fram till att bli en bättre planerare, där spelaren skulle få feedback på hur han/hon kan förbättra sin tidplan. Denna spelidé har utretts i en förstudie med stöd av SBUF.

Projektledare: Emile Hamon, Veidekke Projektsamordnare: Pär Åhman, Sveriges Byggindustrier Arbetsgrupp: Emile Hamon, Veidekke, Per-Arne Pennings, AF Bygg, Hans Larsson, HL Konsult, Mats Persson, Malmö Universitet och Jonas Åhman, Profundis Referensgrupp: Representanter från företagen i FoU-Väst och FoU-Syd, explicit Rolf Jonsson, Wästbygg, Andreas Furenberg, Peab, Johan Alte, Veidekke och Henrik Hyll, NCC.

Jag vill framföra ett tack till alla som deltagit i studien och till SBUF som möjliggjort genomförandet.

Lund i januari 2018.

Emile Hamon

*Projektledare*

# Sammanfattning

Denna förstudie har syftat till att undersöka möjligheterna och förutsättningarna för att utveckla en spelidé till ett pedagogiskt interaktivt spel för produktionsplanering. Genom spelet ska spelaren simulera en tidplan och beroende på sina val kunna lära vilka effekterna av valen blir. På så sätt ökar spelaren sin kunskap kring planering och dess effekter på slutresultatet i ett byggprojekt.

Förstudien har resulterat i en sammanställning av vad som finns på marknaden som liknar den spelidé som ligger till grund. Förstudien har också fokuserat på att studera vilka trender som gäller inom området spelifiering och som visat på omfattande arbeten och initiativ. Dock har det visat sig att det saknas spel inom det område som det här projektet syftar till, dvs ett spel för bättre produktionsplanering.

I förstudien har också en generell spelidé utvecklad och beskriven som ska utgöra grund för fortsatt utvecklingsarbete.

# Innehållsförteckning

<b>Förord .....</b>	<b>i</b>
<b>Sammanfattning.....</b>	<b>iii</b>
<b>Innehållsförteckning.....</b>	<b>iv</b>
<b>1 Inledning .....</b>	<b>1</b>
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte.....	2
1.3 Genomförande och tidplan .....	2
<b>2 Litteratursökning tidigare forskning och utveckling.....</b>	<b>4</b>
2.1 Spelifiering .....	4
2.2 Exempel på spel etc. som omnämns i projekt och litteratur .....	5
2.3 Pedagogiska principer.....	8
2.4 Generella tankar om pedagogisk utveckling.....	9
<b>3 Spelidé - produktionsplanering.....</b>	<b>11</b>
3.1 Typhus .....	11
3.2 Ingående parametrar .....	12
3.3 Innehåll och handling .....	12
3.4 Förväntat resultat .....	13
<b>4 Förslag till fortsättning.....</b>	<b>14</b>
<b>Referenser .....</b>	<b>14</b>
<b>Referenser i andra hand.....</b>	<b>17</b>
<b>Bilaga: Kalkyl - typhus.....</b>	<b>34</b>

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Planering i byggprojekt är en avgörande faktor för framgång. Enligt SBUF rapporten *Framgångsrik planering i byggprojekt* är ett välplanerat projekt oftast ett lönsamt projekt för de företag som är delaktiga. Det är alltså lönsamt för byggföretag – och andra organisationer i samhällsbyggandet – att fokusera på planering.

Idag finns det en rad bra utbildningar kring tidsplanering i byggprojekt, men läroprocessen avstannar ofta efter kursens slut. Därefter handlar det inte längre om att öva, utan då jobbar våra kollegor i skarpa projekt. I projekten finns det ofta lite tid för reflektioner och analyser kring för och nackdelar av val av metoder och tillvägagångssätt. **Ett interaktivt spel för produktionsplanering skulle ge en läroprocess som fortsätter även efter en avslutad utbildning.** Det hade varit enkelt och snabbt att öva sig fram till att bli en bättre planerare, där spelaren skulle få feedback på hur han/hon kan förbättra sin tidplan. Ett liknande sätt att bygga kunskap och som är på stark frammarsch kallas internationellt för Gamification, på svenska ibland kallat för spelifiering. Syftet är att engagera användare genom utmaningar, problemlösning och belöningar. Resultaten från flera studier visar att gamification ger mycket positiva resultat.

Spelifiering (eng. *gamification*) är en samlingsterm för tekniker som i produkter eller tjänster utnyttjar element som vanligtvis återfinns i datorspel.

Termen myntades 2002 av programmeraren Nick Pelling, men det var först 2010 som den fick genomslag. Någon exakt definition av vad som utgör spelifiering finns inte. Vissa understryker betydelsen av att spelifiering involverar samma psykologiska upplevelser som spel i allmänhet gör<sup>1</sup>, medan andra understryker att den design som implementeras vid spelifiering måste tillhandahålla samma funktioner som används i spel, oberoende av resultaten<sup>2</sup>.

Gemensamt för spelifiering är emellertid nyttjandet av olika former av belöningar, utmärkelser, möjlighet att komma till nya nivåer, avancemang på resultattavlor, ryktepoäng, etc. Fokus är i regel positiv tävlan där aktören inte primärt tävlar mot andra, utan genom att vara aktiv, förbättrar sina egna resultat och förutsättningar.

Det som skiljer spelifierade produkter eller tjänster från vanliga spel är att resultatet ska ha, eller åtminstone upplevas ha, en återkoppling till verkligheten samt att de ingår i ett ändamålsenligt system och inte enbart är till för att underhålla aktören.

I dag används spelifiering inom en rad olika områden, däribland utbildning, marknadsföring, kundengagemang och crowdsourcing. Användningsområdena tros emellertid öka markant framöver<sup>3</sup>. Enligt Gartner uppskattades att år 2015 har över 50 procent av de organisationer som hanterar innovationsprocesser spelifierat dessa processer<sup>4</sup> och enligt affärstidningen

---

<sup>1</sup> <http://www.hubscher.org/roland/courses/hf765/readings/p17-huotari.pdf>

<sup>2</sup> <https://www.cs.auckland.ac.nz/courses/compsci747s2c/lectures/paul/definition-deterding.pdf>

<sup>3</sup> <http://venturebeat.com/2010/10/05/gamification-business/>

<sup>4</sup> <http://www.gartner.com/newsroom/id/1629214>

Forbes kommer över 70 procent av världens 2000 största företag använda någon form av spelifiering i sin verksamhet år 2020<sup>5</sup>.

Syftet med att implementera spelifiering är att aktören genom utmaningar och skenbar lättsamhet ska bli mer engagerad och därmed exempelvis ha lättare att lära.

Trots det stora intresset för spelifiering har det gjorts förhållandevis få empiriska studier av huruvida sådana tekniker fungerar i praktiken, bland annat till följd av att intresset trots allt fortfarande är förhållandevis nytt. En genomgång av de empiriska studier som gjorts hittills visar att spelifiering verkligen har positiva effekter, men att effekterna är starkt beroende av det sammanhang i vilket spelifieringen genomförs, samt på användarna<sup>6</sup>. Spelifiering av en tjänst eller produkt enbart för att det är trendigt ger inget positivt resultat.

## 1.2 Syfte

Planering är matematiskt uppbyggt med logiska samband och därför lämpar det sig väl att göra ett spel för att simulera fördelen med vissa metodval, tillvägagångssätt och resurstilldelning.

En god förmåga att planera byggprojekt är en av de viktigaste faktorerna för att skapa en effektiv byggproduktion. En bra planering minskar samtidigt riskerna för skador i och med att en bra tidplan innebär en jämnare arbetstakt i projekten. Ett interaktivt planeringsspel skulle potentiellt kunna bidra till att höja branschens kunskap kring planering och på så sätt leda till ökad effektivitet och samtidigt bidra till en tryggare och säkrare byggbransch.

Förstudien har syftat till att undersöka möjligheterna och förutsättningarna för att utveckla en spelidé om ett pedagogiskt interaktivt spel för produktionsplanering. Genom spelet ska spelaren simulera en tidplan och beroende på sina val kunna lära vilka effekterna av valen blir. På så sätt ökar spelaren sin kunskap kring planering och dess effekter på slutresultatet i ett byggprojekt.

### *Avgränsning*

För att inte göra spelet för komplext är målet i detta projekt att utveckla spelet för ett flerfamiljshus med upprepningsmöjligheter. På så sätt hålls antalet aktiviteter och komplexiteten nere. När detta utvecklats (grafiskt, spelupplägg, logik mm) finns förutsättningar att bygga vidare på för att i senare skede kunna utöka komplexiteten.

## 1.3 Genomförande

Förstudien har bestått av:

- a) Litteraturstudie
- b) Utveckling av spelidén
- c) Sammanställning av resultat

---

<sup>5</sup> <http://www.forbes.com/sites/jeannemeister/2012/05/21/gamification-three-ways-to-use-gaming-for-recruiting-training-and-health-amp-wellness/>

<sup>6</sup> <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6758978>

### a) Litteraturstudie

Projektet inleddes med en fördjupad undersökning av vad som redan finns på marknaden, var det finns och om det finns något som liknar den spelidé som projektet syftar till. Materialet sammanställs har sammanställts och beskrivs i kapitel 2.

### b) Utveckling av spelidén

Med utgångspunkt från resultaten från litteraturstudien har den spelidé som ligger till grund för projektet utvecklats.

I arbetsgruppen har personer ingått som varit involverade i att utveckla Sim Lean spelet (simlean.se – ett spel utvecklat med stöd från bl.a. SBUF) och därmed har det funnits goda kunskaper om hur ett interaktivt spel kan utvecklas. Sim Lean har varit ett viktigt verktyg för att öka förståelsen för Lean i byggbranschen och har idag över 15000 unika spelare. Spelet används i utbildningen på flera högskolor och i företagen.

Ett interaktivt spel för produktionsplanering kommer i många avseenden likna Sim Lean spelet, men fokus kommer att ligga på klassisk planeringsteknik som vikten av de logiska sambanden (strukturplan), resursplanering, kritiska linjen, metodval mm och hur dessa val påverkar det slutliga resultatet av projektet.

Arbetsgruppen har arbetat fram en generell *spelidé*. Här identifieras de moment som bör ingå i spelet. Dessa har listats och grovt bearbetats textmässigt så att en bärande ”röd tråd” erhålls. Referensgruppen har använts som ”bollplank” under arbetet och resultatet har förankrats i en avslutande workshop för att få en så bra förankrad spelidé som möjligt före nästa steg i utvecklingsarbetet.

Klassiska aktiviteter som vanligtvis ingår i produktionsplanering som t ex strukturplan, tidssättning, metodval, resurssättning mm kommer att ingå i spelet.

### c) Sammanställning av resultat

Förstudien har resulterat i en sammanställning av vad som finns på marknaden (kapitel 2) som liknar den spelidé som ligger till grund. Dessutom finns en generell spelidé (kapitel 3) utvecklad och beskriven som ska utgöra grund för fortsatt utvecklingsarbete (kapitel 4).

## 2 Litteratursökning tidigare forskning och utveckling

Litteratursökningen har genomförts bland forskningsartiklar och i flera steg. När intressanta artiklar identifierats har referenser följts upp inte bara bakåt i tiden utan även framåt när det varit möjligt. Det visade sig finnas ett stort antal artiklar från vetenskapliga tidskrifter och konferenser. I den följande har några följts upp och angetts som referenser. Dessutom finns i avsnittet ”Referenser i andra hand” merparten av de referenser som använts i refererade artiklar som tagits med för att ge möjlighet till ytterligare undersökningar.

### 2.1 Spelifiering

Gullbrandson och Wingate (2013) Skriver om *Spelifiering*:

Spelifiering eller Gameification som det lika ofta kallas, även på svenska, är en stark trend inom bland annat digital design. Man kan säga att det är den utveckling där hantverket spelmekanik tillämpas inom nya områden i syfte att motivera användare av en tjänst eller produkt till att använda den mer och mot mål som produktutvecklaren definierat. Man lånar alltså begrepp från spelens värld till det som inte definieras som spel för att skapa en spellik upplevelse. Idag har spel fått ett naturligt utrymme i vardagen. I takt med att möjligheter och användningsområdet inom spel utvecklas växer även allmänhetens acceptans och intresse för mediet i helhet.

De flesta av oss är redan, kanske utan att vi reflekterat över det, vana vid spelmekanik eftersom de används på ett genomgripande sätt i de nätbaserade sociala verktygens belöningsystem och i mobilappar som många använder dagligen. Spelmekanik är mycket effektivt när det handlar om att trigga mänskliga drivkrafter och motivationer som tävlingsinstinkt, samarbetsvilja och vår hjärnas längtan efter omedelbar belöning och behovstillfredsställelse. Den välkända mobilappen Runkeeper är ett bra exempel på hur löpträning, en för många avskräckande tråkig aktivitet, förvandlas till en enkel, positiv och, via t ex Facebook social upplevelse. Mer tydlig blir spelmekaniken i en annan löptränings applikation; Zombies, Run! Via hörlurar kopplade till en mobil enhet vecklar en hel värld ut sig i form av röst och ljudinspelningar. Spelaren leds genom äventyr som utspelar sig i en fiktiv värld samtidigt som hen motionerar och genom det löser uppgifter i spelet.

Det man kan förväntas uppnå genom att bygga in spelmekanik är ett mer lojalt kundbeteende, en vilja att återkomma till produkten och ökad användning, viral spridning till nya kunder, effektiva kontaktytor mellan produktanvändarna samt en känsla av identifikation med varumärket och andra användare. I en pressrelease från november 2012 skriver det amerikanska analysföretaget Gartner att hälften av alla företag och organisationer kommer att använda ”gamification” i någon form så snart som 2015. Som marknadsstrategi eller för att få anställda att prestera bättre. Inga av dagens ledande utvecklare av projektplaneringsverktyg har kopplat upp sig mot den här trenden trots att spelmekanik har lösningar på problem kring lågt engagemang, låg effektivitet och dålig interaktion.



## 2.2 Exempel på spel etc. som omnämns i projekt och litteratur

Några sammanställningar av befintliga spel för byggsektorn har identifierats i litteraturstudien. I tabell 1 redovisas en sammanställning av datorstödda spel för byggsektorn (Lin, Son & Rojas 2011)

Tabell 1: Summary of Computer-assisted Game Applications in AEC. (Lin, Son & Rojas 2011)

Purpose	Developed By
The Construction Management Game, which simulates the bidding process.	Au et al (1969)
Constructo, which simulates the weather and labor productivity effects on project management in a network format.	Halpin and Woodhead (1973)
Super Bid, which simulates the bidding skills of project managers.	AbouRizk (1992)
COMMITTED, which simulates the tendering process.	Hornibrook (1996)
Survey learning.	Smith and Roberts (1997)
Parade of Trades, which demonstrates impacts of workflow variability on succeeding trade performance.	Coo and Tommelein (1999)
The Hong Kong Game, which simulates the planning of on-site construction activities.	Marsh and Rowlinson (1999)
Contract and Construct (C&C), which simulates and teaches students the tradeoffs between cost, quality, time, safety, decision making, and people management.	Martin (2000)
Construction Marketing Game, which enhances the awareness of construction managers about marketing in construction.	Bichot (2001)
VIRCON, an interactive system for learning construction planning.	Jaafari et al (2001)
The Equipment Replacement Game, which simulates the buy and sell decisions about construction equipment.	Nassar (2002)
B.I.G., developing a student's capability to analyze situations, gather data, and make strategic decisions while balancing time, cost and quality.	Johnston et al (2003)
Safety training on the process of steel erection.	Irizarry and Abraham (2005)
Virtual reality surveying application	Ellis et al (2006)
Virtual surveyor training for civil engineering students.	Lu et al (2009)
The Excavation Game, emphasizing the importance of monitoring cost, time, and quality of any project.	Sherif and Mekkawi (2009)

Vidare sökningar visar inte på så många framtagna spel eller simuleringar. Det som producerats är exempel på principer som testas i universitetsmiljö – de får inte någon större spridning eller tycks sakna underhåll/uppdatering efter några år. Dokumentationen av de olika spelen och simuleringsprogrammen redovisar mer erfarenheter av användning än hur de är konstruerade eller detaljer och styrning i spelen/simuleringarna.

Pariafsai (2016) har sammanställt forskningsprojekt som undersökt hur simuleringar används inom byggtutbildningar och sammanställt resultaten som redovisas i tabell 2.

Tabell 2. Some of Research Projects Conducted to Investigate the Role of Simulation in Construction Education (Pariafsai 2016)

Simulation	Functionality	Result
Web-Based simulation game (Agapiou, 2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Delivering the management, practice and law syllabus</li> <li>- Teaching professional practice skills to undergraduate architecture students</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Complementary adjunct to traditional methods</li> <li>- Developing generic professional practice skills</li> <li>- Helping with understanding the contractual process</li> <li>- Helping with exercising professional judgment more effectively</li> </ul>
Construction planning and scheduling (Forcael, Glagola, & González, 2011)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teaching linear scheduling concepts &amp; techniques in a civil engineering course</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Helping with understanding of linear scheduling concepts</li> <li>- Helping with understanding of linear scheduling techniques</li> </ul>
Virtual interactive construction education (J. Goedert, Rokooeisadabad, & Pawloski, 2012; J. D. Goedert, Pawloski, Rokooeisadabad, & Subramaniam, 2013; Rokooei, Goedert, & Weerakoon, 2014; Rokooei & Goedert, 2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Placing learners in the full context of construction management</li> <li>- Transforming traditional subject-based lectures into project-based virtual interactive simulations using cyber-infrastructure</li> <li>- Creating opportunities to sequentially order the construction activities</li> <li>- Creating opportunities to select the required resources for each activity</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Engaging</li> <li>- Improving construction content knowledge</li> <li>- Improving the interest in construction, science, technology, engineering and mathematics</li> <li>- Effective for players with little construction knowledge</li> <li>- Effective for construction education</li> </ul>
UPTown (Venter & Coetzee, 2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creating opportunities to discover the value of cooperative planning in the land use and transportation</li> <li>- Creating opportunities to explore aspects of the land use - transportation relationship - creating opportunities to practice working on complex problems in a collaborative teamwork environment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enhancing the achievement of learning outcomes</li> <li>- Helping with mastering the course subject matter</li> <li>- Creating opportunities to experience the benefits of collaboration with others with different objectives</li> </ul>
Virtual construction simulator (Lee, Nikolic, & Messner, 2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teaching the decisions involved in planning &amp; managing the project construction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Engaging</li> </ul>
Simulated global virtual team (Pienaar, Wu, & Adams, 2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teaching virtual teamwork skills exclusively through distance education</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Increasing the level of engagement</li> <li>- Helping with learning &amp; practicing virtual teamwork skills</li> <li>- Developing non-discipline-oriented teamwork skills</li> </ul>
PERFECT (Rokooei, Goedert, & Fickle, 2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Improving education of interdisciplinary area of project management</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Increasing the project time management content knowledge</li> </ul>

### VCS Virtual Construction Simulator

Virtual Construction Simulator är ett pedagogiskt simuleringsspel som utvecklats vid Computer Integrated Construction Research Group, en del av arkitektoniska avdelningen vid Pennsylvania State University.

Syfte med spelet är att ge förståelse för byggprocessens dynamiska natur och förmågan att fatta viktiga beslut om resursutnyttjande, sekvensering, platsanvändning och projektrelaterade risker för arkitekt- och byggtknikstuderande. Utvecklingen med ökad projektkomplexitet och kortare byggtider innebär tryck för att utveckla effektivare byggmetoder. Detta utmanar också utbildare att förbereda studenterna på att hantera dessa mångfacetterade processer. I spelet får studenter planera och hantera byggprocessen för en byggnad. Ytterligare information finns på hemsidan: <http://www.pennstatecic.org/vcs.html>. Men tyvärr verkar det som att programmet inte längre underhålls och uppdateras.

### **Parade of trade**

Parade of trade finns tillgängligt på en hemsida som verkar föråldrad.  
<http://faculty.ce.berkeley.edu/tommelein/parade.htm>

### **MERIT**

MERIT är en datorbaserad simulering som för närvarande fungerar som ett modulärt paket i Windows-miljön och stödjer internetbaserad kommunikation. MERIT genererar realistiska scenarier av ett byggföretags affärsmarknader och villkor, där grupper av unga ingenjörer samverkar som lag för att konkurrera med ett virtuellt företag i tävling.  
<http://www.meritgame.com>

*Utöver de projekt och tillämpningar som redovisas ovan har följande spel identifierats*

### **Construction simulator**

Exempel på datorspel med byggmaskiner är *Construction simulator* som hittas på [www.bau.simulator.de/en/news](http://www.bau.simulator.de/en/news). I datorspelet tränas hantering av byggmaskiner.

### **Planeringsspel för utbildning i bygg- och anläggningsföretag**

I ett SBUF-projekt från 2004 informeras om i SBUF Informerar Nr 04:19 (Persson 2004) har projektet *Planeringsspel för utbildning i bygg- och anläggningsföretag*. I projektet har ett utbildningsmaterial tagits fram med följande övningsmoment ingår i utbildningsmaterialet:

1. Att upprätta en strukturplan utifrån de tekniska/logiska förutsättningarna för ett projekt.
2. Att rita upp projektets tidplan med hjälp av strukturplanen och tillhandahållen tidsatt mängdförteckning samt övriga förutsättningar för projektet.
3. Att beräkna arbetskraftsdiagram och AT-kurva (Ackumulerad timkurva).
4. Att beställa utrustning som ska skaffas med hänsyn till vädret och situationen.
5. Att komplettera 'förbisedd' del i projektets strukturplan med hjälp av projektets ritningar och beskrivning.
6. Att stämma av tidplan och göra omplanering med hänsyn till ändrade förutsättningar och tillgängliga resurser.
7. Att identifiera kritisk linje och kritiska resurser i projektet samt bedöma vad det innebär när dessa ändras i projektet.
8. Att analysera konsekvenser och besluta om åtgärder. Hur kan man forcera för att hålla sluttiden? Vad kostar det? Vad kostar en försening?
9. Diskussioner i grupper om hur planering och styrning av projekt kan genomföras.

Kursmaterialet finns tillgängligt på CD-skiva som Sveriges Byggindustrier distribuerat till samtliga högskolor och universitet med byggingenjörsutbildningar i Sverige.

### **Sim Lean**

Sim Lean (Sveriges Byggindustrier 2010) är ett webbaserat spel som syftar till att på ett lekfullt sätt öka förståelsen för vilka åtgärder som bör vidtas för att minska slöserier, minska förbrukningen av resurser, och öka kundvärdet i byggprojekt. Spelet, som bl a nås via [www.leanforumbygg.se](http://www.leanforumbygg.se), [www.sbuf.se](http://www.sbuf.se), [www.simlean.se](http://www.simlean.se), [www.sverigesbyggindustrier.se](http://www.sverigesbyggindustrier.se) och [www.chalmers.se/cmb](http://www.chalmers.se/cmb), är fritt tillgängligt för vem som helst. Spelet används i utbildningen på flera högskolor och i företagen.

## 2.3 Pedagogiska principer

Det pedagogiska tänket för spel i utbildning diskuteras utifrån olika aspekter. Lin, Son och Rojas (2011) diskuterar under 4 rubriker:

*Realism* - Den visuella effekten av ett 3D-videospel kan ibland bli en flaskhals på grund av kraven på datorkapacitet. Det är dock önskvärt att skapa en extremt realistisk spelmiljö som efterliknar händelserna på en verklig arbetsplats. Vilket innebär ett balanserat tillvägagångssätt som skalar onödiga visuella effekter i ett spel. Till exempel kan rendering i Autodesk Revit Architecture konvertera en designskiss till en fotorealistisk, som byggd bild. Denna nivå av visuell kvalitet är oslagbar men det är problematiskt speciellt när dynamisk rörelse för en spelare eller interaktion mellan spelobjekt krävs. Användning av bilder av rättvisa texturer är därför ett tillfredsställande och mer föredraget alternativ. Specifika detaljer kan sedan illustreras genom kompletterande bilder av arbetare, flottor, byggnader, utrustning, verktyg, material eller verksamhet i fråga.

Förutom den visuella effekten är det önskvärt att reducera komplexiteten hos "kollisionsgränsen", dvs en dold gräns för ett spelobjekt. Spelobjekt definieras av både deras geometriska egenskaper och kollisionsgränser. Spelobjekt interagerar med varandra genom "kollisionsdetektering" -mekanismen - om två spelobjekt nästan är kolliderade, skulle vissa åtgärder eller förändringar på spelobjekten ske. För mycket komplicerade föremål som byggkranar bidrar förmodat approximation till att minska kollisionsgränsernas komplexitet och göra "kollisionsdetektering" beräkningsmässigt enklare. Det är därför en rekommenderad teknik för utveckling.

*Själv-lärande* – Spel utformas för att engagera eleverna i utmaningar som omfattar igenkänning och inspirerande lärandeproblem. Spel är avsedda att användas med andra pedagogiska tillvägagångssätt och fungerar inte ensamt som en enda lösning för att lära sig t ex byggsäkerhet. Men, även om inga formella lektionsplaner programmeras som en del av speldesignen, kan utmaningar, konkurrens och underhållningsaspekter av spelet motivera studenter att uppdatera eller öka sina kunskaper. Dessutom kan utökade diskussioner, bästa praxis, gällande procedurer och planeringsprinciper införlivas i spelet som självlärande resurser (eller åtminstone som referenspunkt).

*Icke-linjäritet och interaktivitet* - innebär att spelinteraktiviteten tillhandahålls på olika nivåer, beroende på de åtaganden som gjorts. På det fysiska planet orienterar en student i spelet via mus eller tangentbordskontroller. På avkänningsnivå undersöker en student visuellt spelwebbplatsen för uppföljning och planering. På kunskapsnivå ger en student förslag på potentiella risker att beakta.

Den kan finnas möjlighet att start om spelet eller att gå tillbaka något steg. Studenten kan spela självständigt, mot en annan/andra studenter eller tillsammans med en planeringsgrupp. Spelet genomförs inom en viss tidsrymd där tidspress kan vara en av faktorerna som ska beaktas i lärandet.

*Stöd* – Förutom vägledning om hur studenten kan interagera med spelet (t ex orientering, transportvägar, tillgänglig utrustning, information som visas på skärmen etc.) kan studenterna också behöva vissa scenarier för att illustrera vad som ska tas hand om (t.ex. arbetare, maskiner, byggnader, utrustning, verktyg, material, arbetsmoment etc) innan de spelar spelet. Det bör finnas verktyg som situationsplan (APD-plan) och gärna en lista över aktiviteter som ingår i planeringen. Dessa verktyg behövs för att visa på vilka specifika områden bör uppmärksammas och som utgöra en utgångspunkt arbetet.

Vilka är förkunskaperna som ska finnas och hur ska de visas? Utvärdering av VCS visar på att genomförda spelomgångar ger studenter större förståelse för de parametrar och färdigheter som styrs i spelet. På förhand har studenterna en mer översiktlig förståelse baserad på mer generella faktorer nämnda på föreläsningar och i litteratur.

Oblinger (2006) anger att spel kan ha olika attribut som en del av lärandet (aspekt – attribut):

Sociala - Spel är ofta sociala miljöer, ibland med stor omfattning.

Forskning - När en ny spelare går in i ett spel eller en simulering, måste hen direkt aktivera tidigare lärande, bestämma vilken ny information som behövs och tillämpa den på den nya situationen.

Problemlösning - Att veta vilken information eller teknik som ska tillämpas i olika situationer är en förutsättning för framgång, speciellt inom problemlösning. Det handlar ofta om åtgärder i samarbete med andra i praktiken.

Transfer - Simuleringar och spel kräver överföring av lärande från andra livssituationer. Att kunna se kopplingar och att tillämpa befintliga lärdomar på en särskild situation är en del av spelet.

Erfarenheter - Spel och simuleringar är i sig upplevelser. De som spelar spel och simuleringar engagerar flera sinnen. För varje åtgärd finns det en reaktion, feedback är snabb, hypoteser testas och användarna lär sig av resultatet.

## 2.4 Generella tankar om pedagogisk utveckling

Aktuella forskningsprojekt på europeisk nivå som är relevanta för rapporten är Learning Layers Project (LLP) och DUAL-T Project. LLP har utvecklat tekniker som stödjer informellt lärande på arbetsplatsen i små och medelstora företag (SME) i regionala innovationskluster. Projektet har utvecklat mobila och sociala tekniker som möjliggör och aktiverar samproduktion inom och mellan dessa SME. Teknikerna fungera också som "stöd" för individer så att de kan lära i rätt sammanhang och vid rätt tidpunkt. LLP är viktigt eftersom det fokuserar på kända tekniker, mobila enheter och surfplattor, som människor har och bär med sig på jobbet. Projektet underlättar också samverkan i ömsesidigt lärande.

DUAL-T har projekt som undersöker möjligheten att överbrygga klyftan mellan yrkesutbildning där elever arbetar i branschen och sedan har teori i skola. Projektet undersöker hur yrkesutbildning med det dubbla sammanhanget arbetsplats och skola ofta saknar integrering av verkliga upplevelser med teoretisk kunskap. Syftet med projektet har varit att utveckla digitala verktyg och processer för att överbrygga klyftan mellan arbetsplatsens praxis och formell utbildning med hjälp av digitala verktyg. DUAL-T projektet fokuserade på verktyg för att fånga upp och reflektera över erfarenheter som gjorts i olika sammanhang, med syfte att få eleverna att förstå vikten av hur gemensamt analyserade processer kan omvandla konkreta erfarenheter till relevant integrerad kunskap.

### Näringsliv

Det finns flera anmärkningsvärda innovativa insatser på den skandinaviska marknaden, t ex Celemi's risksimuleringsspel för Skanska. Spelet ger möjlighet för arbetschefer, produktionschefer och projektledare att lära sig av varandra och utforska komplexa fall genom simulering, diskussion och reflektion genom simuleringar av förekommande produktionsmiljöer på byggarbetsplatser.

I det danska lärspelet BENSPEJND får deltagarna ansvar för ombyggnaden av en stor industriell lokal till en teater. I spelet, måste deltagarna både hantera projektet

produktionstidplan, kvalitet, kostnad, hantera många intressenter och kritiska beslut om utformningen. Spelet är en gratis, Internet-baserad pedagogisk aktivitet för användning i byggutbildning. Spelet har initierats och utvecklats i syfte att öka medvetenheten bland de ungdomar som är framtida aktörer i byggsektorn.

"Ett hus blir till (42 steg)" är ett stort flödesschema/affisch som förklarar 42 steg från en idé av ett hus till fullbordan. Den har utvecklats av Stockholms Byggmästareförening i syfte att utbilda olika grupper om den komplexa byggprocessen i samhällsbyggandet.

### **Svenska utbildningsförlag och – företag**

Inom den svenska utbildningsmarknaden tillhandahåller både Hermods AB och Liber AB innovativa program och material för att stödja utbildning i gymnasieskola, yrkeshögskola och på universitet/högskola. Deras produkter och kurser såsom Liber's Bygg 360 ger nya undervisningskoncept för byggprogram, utvecklade i samråd med Sveriges Byggindustrier. De nya utbildningsplanerna tar ett helhetsgrepp på utbildning samt läroböcker och material för e-lärande som tillsammans stödjer hela inlärningsprocessen inklusive individ-anpassning och examination.

### **Andra pedagogiska exempel**

Olika online-plattformar erbjuder gratis lärandeverktyg som stödjer både informellt och formellt lärande. Två bra exempel är Khan Academy och Stack Exchange. Khan Academy erbjuder gratis kurser inom ett brett spektrum av ämnen som används i klassrum och av studenter. Khan Academy ger också lärare möjlighet att skapa egna kurstillfällen. Khan Academy är inte vinstdrivande och allt innehåll är gratis att använda och bidra till. En annan fri och webbaserad gemenskap är Stack Exchange, är en online-plattform som fungerar som en mötesplats (community) där användare kan ställa frågor. Användarna röstar om det "bästa svaret" och det används av både amatörer och experter för att dela kunskap. Plattformen skapades ursprungligen för mjukvaruutveckling, men stödjer nu ett brett utbud av ämnen som innehåller GIS, matematik och hus- och anläggningsbyggande.

Stack Exchange-plattformen är för närvarande huvudsakligen på engelska med det finns även visst innehåll på spanska, ryska, portugisiska, japanska och andra språk.

### **Mooc-kurser (Massive Open Online Courses)**

Mooc-kurser (eng. Massive Open Online Courses) ser ut att bli en omvälvande teknik som förändrar hur utbildning levereras och finansieras runt om i världen.

En av de främsta fördelarna med Mooc-kurser är att de fokuserar på online-utbildning som syftar till obegränsat antal deltagande studenter genom öppen tillgång via webben som den huvudsakliga plattformen. Mooc-kurser har primärt fokus på flexibilitet och låg kostnad för den lärande och viktigare, tillåta den begåvade lärande att anpassa sin utbildning helt själv. Mooc-kurser har stor potential och utmanar traditionella utbildningsmodeller på det sätt som alla omvälvande teknikförändringar gör. Ett bra exempel på nätkurs inom byggområdet är "Build up skills" SWEBUILD-utbildningen energibyggnare som har potential att utvecklas till en fullständig Mooc-kurs.

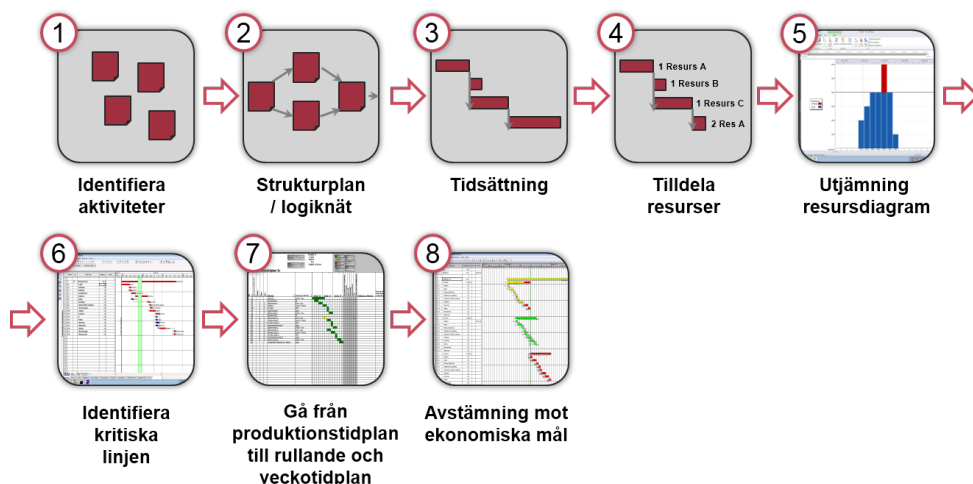
### **Sammanfattning av nuläge**

Den bakgrund som presenteras i detta avsnitt illustrerar det föränderliga landskapet av utbildning från förståelse av lärande till trender i utbildningssammanhang, och forskning och industriella ansträngningar. Hur man förstå lärande förändras och olika institutioner och organisationer utvecklar verktyg och processer för att tillgodose behoven hos lärande, lärare och samhället. Detta utrymme ger möjligheter för de olika pedagogiska behoven i byggbranschen.

## 3 Spelidé

Ett spel där en byggarbetsplats spelas upp likt en 4D simulering. Där eventuella flaskhalsar visuellt visas beroende på det angreppssätt, metodval eller tillvägagångssätt som spelaren valt. Det kan handla om ordningsföljd av aktiviteter, resurssättning, kritiska linjen, metod (enhetstider beroende på val av byggsätt avses här) mm som påverkar utfallet i spelet. Spelets gång:

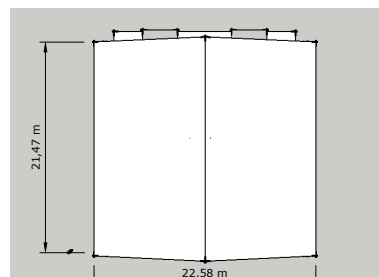
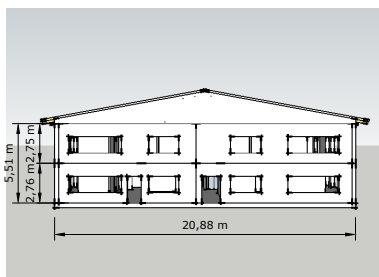
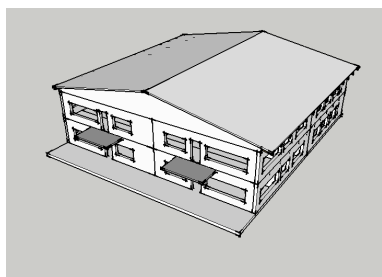
1. Identifiera aktiviteter
2. Välja byggmetod (prefab eller ej, väggtyper, bjälklag mm)
3. Upprätta strukturplan, d v s ordningsföljd av aktiviteterna
4. Tidssättning av aktiviteter
5. Resurssättning
6. Utjämning av resurser
7. Identifiera kritiska linjen
8. Simulering av projektet – utfall gentemot idealtidplan.
9. Analys vad kan spelaren förbättra för att bli en bättre planerare



### 3.1 Typhus

Med avsikt att förenkla utgår spelet i sin första version av ett typhus enligt skiss nedan. En kalkyl har uppförts som innebär en beräknad produktionskostnad på 13,5 Mkr (se bilaga).

Produktionskalkylen fungerar sedan som underlag för att ta fram en ”ultimat” tidplan för typhuset.



## 3.2 Ingående parametrar

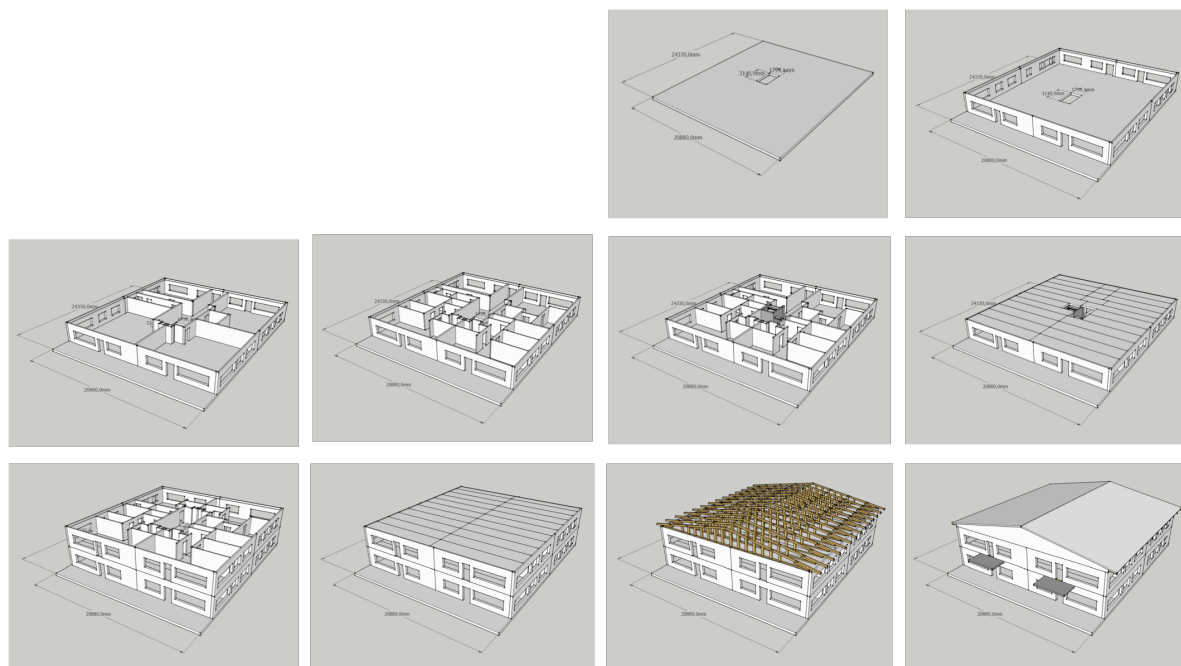
Tidplanen illustreras via ett Gantschema och sedan spelas en 4D simulering upp över ett byggprojekt. I en strukturplan beskrivs alla logiska samband mellan aktiviteter, d v s vilka beroenden som finns mellan aktiviteterna. Grunden måste vara klar innan väggar påbörjas eller mer detaljerat att regelstommen i väggen måste vara klar innan hantverkaren kan börja med enkling av väggen. Därefter kan installatörerna genomföra sina aktiviteter innan det är dags för nästa lager gips (dubbling). Denna typ av logiska samband är såklart direkt avgörande för att få till en väl genomarbetad och tillförlitlig tidplan. Därefter används enhetstider för att bestämma tidsåtgången för en aktivitet. Enhetstider finns i nybyggnadslistan och ombyggnadslistan, samt i olika kalkylprogram (se produktionskalkyl). Resurssättningen för respektive aktivitet är också en viktig parameter för att bygga upp en tidplan. Genom resurssättningen ser vi om tidplanen är rimlig eller ej. Vi får fram den totala tidsåtgången samt en resurskurva för projektet.

## 3.3 Innehåll och handling

Spelidén bygger alltså på att spelaren genomför en 4D simulering över ett byggprojekt och där jobbar med logiska samband mellan aktiviteter, planerar tidsåtgången för respektive aktivitet samt resurssätter aktiviteterna. Vilka aktiviteter kommer först? I vilken ordning kommer aktiviteterna? Här väljer spelaren från ett antal uppritade byggdelar och skapar ett flöde. Hur mycket tid krävs för aktiviteterna? Här uppskattar spelaren tidsåtgången. Sen placerar spelaren ut hantverkare från en bank med resurs (bestående av snickare, rörmokare, målare etc). När spelaren är klar påbörjas en simulering av projektet i 4D. Därefter får spelaren feedback på hur det gått:

- Följande aktiviteter påbörjades i fel ordning, vilket gav följande effekter...
- Den uppskattade tiden var för lång för följande aktiviteter och för kort för följande aktiviteter. Effekterna av detta blev...
- För många resurser användes för aktivitet X, Y och Z, vilket gav följande effekter... För få resurser användes för aktivitet K, L och M, vilket gav följande effekter...





Spelet kan utvecklas över tiden genom att göra mer komplexa byggprojekt eller andra byggnadsverk som t ex broar, vägar, kontorsfastigheter etc.

### 3.4 Resultat

Förstudien har resulterat i en omfattande litteratursökning som visat att det inte finns ett motsvarande pedagogiskt interaktivt spel. Det som legat närmast till hands är ”Virtual Construction Simulator”, som är ett spel som utvecklats vid Pennsylvania University för flera år sedan. Spelet har inte vidareutvecklats och personerna bakom spelidén är inte längre kvar vid universitet. Spelet är dessutom mer inriktat på att ge spelaren en mer övergripande förståelse för byggprocessen och är inte lika avgränsat till tidsplaneringen som detta spel syftar till.

Efter det konstaterandet framstår denna projektidé som unik. Och utifrån det konstaterandet har spelidén resulterat i:

- Ett förslag till typhus att utgå ifrån
- Ett förslag till styrande parametrar
- Ett grovt utkast till manus för spelet

## 4 Förslag till fortsättning

Med resultaten från förstudien som grund utvecklas i nästa etapp ett färdigt manus för spelet samt påbörjas arbetet med layout och programmering. Slutresultatet i nästa etapp är en prototyp som identifierat eventuella brister, men också lyft fram möjligheter att utveckla spelet så att det även kommer att kunna omfatta andra byggnader än det typhus som prototypen fokuserar på.

Arbetet kommer att inledas med själva *speldesignen*, d v s skapa vilka regler som ska gälla i spelet (vad händer om man sätter någon aktivitet i fel ordning etc). I detta skede bestäms också hur spelet rent visuellt ska se ut. Resultatet blir en första prototyp till färdigt spel som kommer att kunna illustrera hur det slutliga spelet kommer att fungera. Det kommer också att utgöra en bra utgångspunkt för det fortsatta utvecklingsarbetet.

I denna etapp kommer arbetsgruppen att träffas med jämna mellanrum för att säkerställa att spelutvecklingen går i rätt riktning. I prototyparbetet kommer spelet också att testas för att hitta eventuella buggar och designproblem.

I en avslutande etapp III kommer spelet att vidareutvecklas till ett fungerade pedagogiskt spel i dialog mellan arbetsgruppen och programmerarna. I utvecklingsarbetet kommer synpunkter att inhämtas från fler personer genom workshops då det testas och utvärderas av erfarna planerare och utbildningsansvariga i företagen inom FoU-Väst och FoU-Syd innan det slutliga spelet föreligger.

Avslutningsvis tas en manual fram över hur spelet fungerar. Programmet görs tillgängligt på [www.sbuf.se](http://www.sbuf.se) och på [www.sverigesbyggindustrier.se](http://www.sverigesbyggindustrier.se).

## Referenser

- Benspænd (2010) Magasinet Benspænd – perspektiver på byggeriets problematikker. ISBN: 87-91690-78-1 accessed from [www.benspaend.dk](http://www.benspaend.dk).
- Castronova F, Zappe S E, Messner J I & Leicht R M (2015) Designing of a Construction Simulation Educational Game Through a Cognitive Lens. *122nd ASEE annual Conference & Exposition – Making value for Society*. Paper ID#11599.
- Dickinson J K (2011), Game-based trench safety education: development and lessons learned, *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, Vol. 16, pg. 119-134 <http://www.itcon.org/2011/8>.
- Forsythe P (2009) The Construction Game — Using Physical Model Making to Simulate Realism in Construction Education, *Journal for Education in the Built Environment*, 4:1, 57-74.
- Gullbrandson M & Wingate T (2013) *Dreamler – Ett verktyg för gemensam visuell projektplanering*. SBUF projekt 12580.
- Ivanova I, Mertins K, Abdrashitova M & Isaeva D (2016) Active learning approach in Moodle for the organization of student's self-study practice-based learning activities.
- Karshenas S & Haber D (2012) Developing a serious game for construction planning and scheduling education. Construction Research Congress 2012 ASCE.
- Lin K-Y, Son J W & Rojas E M (2011) A pilot study of a 3D game environment for construction safety education. *Journal of Information Technology in Construction* ISSN 1874-4753. ITcon Vol 16 (2011), Lin. pg. 69.
- Nikolic D, Jaruhar S & Messner J (2009). An Educational Simulation in Construction: The Virtual Construction Simulator. *Journal of Computing in Civil Engineering*. 25. 10.1061/41052(346)63.
- Nicolic D, Messner J I & Anumba C (2010) The Virtual Construction Simulator: Evaluating an educational simulation application for teaching construction management concepts. *Proceedings of the CIB W78 2010: 27<sup>th</sup> International Conference – Cairo, Egypt* 16-18 November.
- Oo B L & Lim T-H (2016) Game-based learning in construction management: a case of a bidding game. *Engineering Construction and Architectural Management*, Vol 23 No 1, 2016 pp 4-19.
- Pariafsai F (2016). Effectiveness of a Virtual Project-Based Simulation Game in Construction Education. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology(IJSRSET)*. 5. 377-393.
- Persson M (2004) Planeringsspel för utbildning i bygg- och anläggningsföretag. *SBUF informerar 04:19*.
- Sein-Echaluze M L, Fidalgo-Blanco Á, & García-Peñalvo F J (2017). Adaptive and cooperative model of knowledge management in MOOCs. In P. Zaphiris & A. Ioannou (Eds.), *Learning and Collaboration Technologies. Technology in Education. 4th International Conference, LCT 2017*. Held as Part of HCI International 2017, Vancouver, BC, Canada, July 9–14, 2017. Proceedings, Part I (pp. 273-284). Switzerland: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-58509-3\_22.

Sveriges Byggindustrier (2010) Slutredovisning Sim Lean 2.0 – Utvecklingsprojekt nr 12251 SBUF.

Wall J & Ahmed V (2008) Use of a simulation game in delivering blended lifelong learning in the construction industry – Opportunities and Challenges. *Computers & Education*, 50 (2008) 1383-1393.

## Referenser i andra hand

- AbouRizk S. (1992). A stochastic bidding game for construction management. *Proceedings of second Canadian conference on computing in civil engineering, CSCE, Ottawa, Ontario*, 576-587.
- AbouRizk, S.M., Dozzi SP. (1992) Application of computer simulation resolving construction disputes. *J Constr Eng Manag ASCE*
- AbouRizk, S.M., Hague, S. and Moghani, E. (2009), "Developing a bidding game using high level architecture", *Proceedings 2009 ASCE Int. Workshop on Computing in Civil Engineering, ASCE*, Vol. 346, Reston, VA, pp. 513-522.
- Abrahamsson, P., Salo, O., Ronkainen, J., & Warsta, J. (2002). Agile Software Development Methods: Review and Analysis. *VTT Publications 478*.
- Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall Giesinger, C., Ananthanarayanan, V.: *NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition*. The New Media Consortium, Austin, Texas (2017)
- Agapiou, A. (2006). "The use and evaluation of a simulation game to teach professional practice skills to undergraduate architecture students." *Journal for Education in the Built Environment* 1 (2):3-14.
- Al-Jibouri, S.H., & Mawdesley, M.J. (2001). Design and experience with a computer game for teaching construction project planning and control. *Engineering Construction and Architectural Management*, 8(5/6), 418–427.
- Aldrich, C. (2003). *Simulations and the Future of Learning: An Innovative (and Perhaps Revolutionary) Approach to e-Learning*, Jossey-Bass Inc., Publishers.
- Aldrich, C. (2004), *Simulations and the Future of Learning*, John Wiley, San Francisco, CA.
- Aldrich, Clark (2009). *The Complete Guide to Simulations and Serious Games*. Pfeiffer, a Wiley Imprint.
- Alexander, S. (2001). E-learning developments and experiences. *Education and Training*, 43(4/5), 240–248.
- American Society of Civil Engineers (2008) *Civil engineering body of knowledge for the 21st century preparing the civil engineer for the future*. Reston, Virginia: ASCE
- Amory, A. and Seagram, R. (2003), "Educational game models: conceptualization and evaluation: the practice of higher education", *South African Journal of Higher Education*, Vol. 17 No. 2, pp. 206-217.
- Au T., Bostleman R. L. and Parti E. (1969). Construction management game – deterministic model. *Journal of Construction Division*, Vol. 95, 25-38.
- Banas, E. J., & Emory, W. F. (1998). History and issues of distance learning. *Public Administration Quarterly*, Fall, 22(3), 365–383.
- Barab, S. A., Hay, K. E., Barnett, M. & Keating, T. (2000). Virtual solar system project: Building understanding through model building. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (7), 719-756.
- Barsoum A, Hadipriono SFC, Larew RE (1996). Avoiding Falls From Scaffolding in *Virtual World Proceedings of the 3rd Congress in Computing in Civil Engineering*, ASCE, pp 906-912.

- Bartles, R. (2003). *Designing virtual worlds*, Indianapolis, IN: New Riders.
- Bates, A. W. & Poole, G. (2003). *Effective teaching with technology in higher education*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Beecham, N., Bouchlaghem, N. & Sher, W. (2000). Implementing computer imagery and visualisation in teaching, learning and assessment. *INCITE Conference Proceedings January 2000*, Hong Kong Polytechnic University, pp. 443–452.
- Beheshti R, Dado E, van de Ruitenbeek M (2009). Development of Digital Learning Environments for the BC Industry. In *Open Building Manufacturing Key Technologies, Applications, and Industrial Cases*. Eds Kazi A S, Hannus M, Boudjabeur S. pp 128-152. Manubuild
- Bellotti F., Berta R., Gloria A. DE. and Primavera L. (2009). Enhancing the educational value of video games. *ACM Computers in Entertainment*, Vol. 7, No. 2, Article 23.
- Berlanga, A.J., García-Peñalvo, F.J. (2005): IMS LD reusable elements for adaptive learning designs. *Journal of Interactive Media in Education* 11,
- Berlanga, A.J., García-Peñalvo, F.J. (2008): Learning Design in Adaptive Educational Hypermedia Systems. *Journal of Universal Computer Science* 14, 3627-3647
- Bichot T. (2001). *The construction marketing game*. Master thesis, Bradley University, Peoria, Illinois.
- BIM - Work Flows. (2015) *BIM - Work Flows*. Available from: <http://bim.wikispaces.com/Work+Flows>
- Bliuc, A.-M., Goodyear, P. and Ellis, R.A. (2007), “Research focus and methodological choices in studies into students’ experiences of blended learning in higher education”, *The Internet and Higher Education*, Vol. 10 No. 4, pp. 231-244.
- Boekaerts M. (2002) The On-line motivation questionnaire: A self-report instrument to assess students’ context sensitivity. In: Pintrich PR, Maehr ML, editors. *New directions in measures and methods*. Emerald Group Publishing.
- Bouchlaghem, N., Wilson, A., Beacham, N. and Sher, W. (2002) Computer Imagery and Visualization in Built Environment Education: *The CAL-Visual Approach Innovations in Education and Teaching International*, Vol 39-3
- Bowman DA, Wingrave CA (2001). Design and Evaluation of Menu Systems for Immersive Virtual Environments *Proceedings of the Virtual Reality 2001 Conference (VR'01)*, IEEE Computer Society.
- Bransford JD, Stein BS. (1984) *The ideal problem solver. A guide for improving thinking, learning, and creativity*. Ser Books Psychol N Y Freeman.
- Branson RK, Rayner GT, Cox JL, Furman JP, King FJ, (1975) TECHNOLOGY FSUTC FE. *Interservice Procedures for Instructional Systems Development*. Defence Technical Information Center.
- Brooks, J. G., (1999) *In search for understanding: The case for constructivist classrooms*. Alexandria, VA; 1999
- Browell, S. (2000). Staff development and professional education: a cooperative model. *Journal of Workplace Learning*, Bradford, 12(2), 57–65.
- Brown, J.S., Collins, A. and Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, 18, 32-42.

- Bruce, J. D. (2003). Beyond bandwidth. *Educause Review*(January/February), 23–31.
- Bughin, J. Chui, M & Manyika J. et al. (2012) *The Social economy: Unlocking value and productivity through social technologies*. Mc Kinsey Global Institute.
- Castronovo F, Lee S, Nikolic D, Messner JI. (2014) Visualization in 4D construction management software: a review of standards and guidelines. In: *International Society for Computing in Civil and Building Engineering*. Orlando, FL: ASCE.
- Castronovo F, Nikolic D, Zappe S, Leicht RM, Messner JI. (2014) *Enhancement of learning objectives in construction engineering education: the Virtual Construction Simulator experience*.
- Chaiklin, S. (2003). The zone of proximal development in Vygotsky's analysis of learning and instruction. In Kozulin, A., Gindis, B., Ageyev, V. & Miller, S. (Eds.). *Vygotsky's educational theory in cultural context*. Cambridge: Cambridge University Press. pp. 39-64.
- Chan, P. S., & Welebir, B. (2003). Strategies for e-education. *Industrial and Commercial Training*, 35(5), 196–202.
- Chang H, Kang S, Chen P. (2009) *Systematic procedure of determining an ideal color scheme on 4D models*. Adv Eng Inform.
- Chen W, Levinson DM. (2006) Effectiveness of Learning Transportation Network Growth through Simulation. *J Prof Issues Eng Educ Pract*.
- Cheng, E. and Li, H. (2002). “Construction Partnering Process and Associated Critical Success Factors: Quantitative Investigation.” *J. Manage. Eng.*, 18(4), 194–202., TECHNICAL PAPERS ([http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0742-.597X\(2002\)18:4\(194\)](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0742-.597X(2002)18:4(194)))
- Chinowsky, P., and Vanegas, J. A. (1996). "Combining Practice and Theory in Construction Education Curricula." *Frontiers in Education Conference, San Juan, PR*.
- Choo H.J. and Tommelein I.D. (1999). *Parade of trades: a computer game for understanding variability and dependence*. Technical Report 99-1, Construction Engineering and Management Program, Civil and Environmental Engineering Department, University of California, Berkeley, September.
- Clark, A. C. & Ernst, J. V. (2009). Gaming in technology education. *The Technology Teacher*, 68 (5), 21-26.
- Concannon, F., Flynn, A. and Campbell, M. (2005), “What campus-based students think about the quality and benefits of e-learning”, *British Journal of Educational Technology*, Vol. 36 No. 3, pp. 501-512.
- Construction Industry Council, (2004). *Built environment professional services skills survey 2003/2004 survey results, 2004*. <<http://www.cic.org.uk/services/publicationsCIC.shtml>> (accessed 20.05.2004).
- Cordova, D.I. and Lepper, M.R. (1996), “Intrinsic motivation and the process of learning: beneficial effects of contextualization, personalization, and choice”, *Journal of Educational Psychology*, Vol. 88 No. 4, pp. 715-730.
- Corti, K., (2006) *Games-based Learning; a serious business application*, Retrieved from: <http://www.pixelearning.com/docs/seriousgamesbusinessapplications.pdf>
- Crown, S.W. (2001), “Improving visualization skills of engineering graphics students using simple JavaScript web based games”, *Journal of Engineering Education*, Vol. 90 No. 3, pp. 347-355.

- CSAO (2007). *Trenching Safety: Introduction to Trenching Hazards Construction Safety Association of Ontario*, Cited: March 10, [http://www.csa.org/images/pfiles/27\\_M026.pdf](http://www.csa.org/images/pfiles/27_M026.pdf).
- Dawood N (2009). VR-roadmap: a vision for 2030 in the built environment, *ITcon 14*: 489-506.
- Davies, C.H.J. (2002), "Student engagement with simulations: a case study", *Computers & Education*, Vol. 39 No. 3, pp. 271-282.
- De Freitas, S. (2004), *Learning Through Play - internal report*, Learning and Skills Research Centre, London.
- De Freitas, S., & Oliver, M. (2006). How can exploratory learning with games and simulations within the curriculum be most effectively evaluated? *Computers and Education*, 46, 249–264.
- Dede, C., and Lewis, M. (1995). "Assessment of Emerging Educational Technologies That Might Assist and Enhance School-to-Work Transitions." Office of Technology Assessment, United States Congress, Washington, DC.
- Dede, C., Salzman, M. C., Loftin, R. B., and Sprague, D. (1999). "Multisensory Immersion as a Modeling Environment for Learning Complex Scientific Concepts." *Computer Modeling and Simulation in Science Education*, N. Roberts, W. Feurzeig, and B. Hunter, eds., Springer-Verlag, New York.
- Derntl, M., & Motsching-Pitrik, R. (2005). The role of structure, patterns, and people in blended learning. *Internet and Higher Education*, 8, 111–130.
- Deshpande, A.A. and Huang, S.H. (2011), "Simulation games in engineering education: a state-of-the-art review", *Computer Applications in Engineering Education*, Vol. 19 No. 3, pp. 399-410.
- Dickinson JK, Hao Q, Canas R, Kruithof S, Murray N (2009). *Entertainment-based system for visual construction technology transfer: Lessons Learned Research Report*, NRC Institute for Research in Construction, NRC-IRC.
- Dingsøyr, Torgeir, Dybå, Tore and Moe, Nils Brede (ed.): *Agile Software Development: Current Research and Future Directions*, Springer, Berlin Heidelberg, 2010.
- Dolezalek, H. (2003). *Pretending to learn. Training* (July/Aug 407), 20–26.
- Dossick, C. S., Rojas, E. M., Locsin, S., and Lee, N. (2007). "Defining Construction Management Events In Situational Simulations". *7th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality*.
- Duffy, T. M. & Jonassen, D. H. (Eds.). (1992). *Constructivism and the technology of instruction*. Hillsdale New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Duffy, T.M. and Cunningham, D.J. (1996). Constructivism: Implications for the Design and Delivery of Instruction. In Jonassen, D.J. (Ed.), *Handbook of Research for Educational Communications and Technology*. 170-198. New York: McMillan library Reference USA.
- Dzeng, R.J., Lin, K.Y. and Wang, P.R. (2014), "Building a construction procurement negotiation training game model: learning experiences and outcomes", *British Journal of Educational Technology*, Vol. 45 No. 6, pp. 1115-1135.
- Ebner, M. and Holzinger, A. (2007), "Successful implementation of user-centered game based learning in higher education: an example from civil engineering", *Computers & Education*, Vol. 49 No. 3, pp. 873-890.



- Echaluce, M.L., Alier-Forment, M., Llorens-Largo, F., Iglesias-Pradas, S.: Enhancing Education for the Knowledge Society Era with Learning Ecosystems. In: García-Peñalvo, F.J., García-Holgado, A. (eds.) *Open Source Solutions for Knowledge Management and Technological Ecosystems*, pp. 1-24. IGI Global, Hershey PA, USA (2017)
- Egan, J. (1998). *Rethinking construction the report of the construction task force to the Deputy Prime Minister*, John Prescott, on the scope for improving the quality and efficiency of UK construction. Transport and the Regions London: Department of the Environment.
- Egan, J. (2002). *Accelerating change: a report by the strategic forum for construction*.
- Egenfeldt-Nielsen, S. (2004). *Practical barriers in using educational computer games. On the Horizon*, 12(1), 18–21.
- Ellis R.C.T., Dickinson I., Green M. and Smith M. (2006). The implementation and evaluation of an undergraduate virtual reality surveying application. *Proceedings of the Built Environment Education Conference, London, UK*. (available at [http://www.leedsmet.ac.uk/teaching/vsite/teachers/beecon\\_ellis.pdf](http://www.leedsmet.ac.uk/teaching/vsite/teachers/beecon_ellis.pdf), last accessed on March 9, 2010)
- Ellis, R. C. T., & Thorpe, A. (2004). An illuminative evaluation of distributed interactive multimedia project management resources. *International Journal of IT in Architecture, Engineering and Construction*, 2(1), 33–45, February.
- Entwistle, N. (1997). Contrasting perspectives on learning. in Marton, F., Hounsell, D. & Entwistle, N. (Eds.). *The experience of learning: Implications for teaching and studying in higher education*. Edinburgh: Scottish Academic Press. pp. 3-22.
- Fas. (2006). *Study of project management skills in the Irish construction industry*.
- Fearne, A and Fowler, N (2006) "Efficiency versus effectiveness in construction supply chains: the dangers of "lean" thinking in isolation", *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 11 Iss: 4, pp.283 - 287
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce Laclea, M.L., García-Peñalvo, F.J. (2015): Methodological Approach and Technological Framework to break the current limitations of MOOC model. *Journal of Universal Computer Science* 21, 712-734
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M.L., García-Peñalvo, F.J. (2016): From massive access to cooperation: Lessons learned and proven results of a hybrid xMOOC/cMOOC pedagogical approach to MOOCs. *International Journal of Educational Technology in Higher Education (ETHE)* 13, 24 (2016)
- Forcael, Eric & R. Glagola, Charles & Gonzalez, Vicente. (2011). Incorporation of Computer Simulations into Teaching Linear Scheduling Techniques. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*. 138. 21–30. 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000071.
- Forfás. (2003). *The demand and supply of engineers and engineering technicians, expert group on future skills needs report to the Tánaiste, and Minister for Enterprise, Trade and Employment and the Minister for Education*.
- Forssen-Nyberg, M., & Haramaki, J. (1998). Development of the production using participative simulation games: two case studies. *International Journal of Production Economics*, 56–57, 169–178.
- Galarneau, L. (2005). *Authentic Learning Experiences Through Play: Games, Simulations and the Construction of Knowledge*. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=810065> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.810065>

- Games-to-Teach Research Team (2003). Design principles of next-generation digital gaming for education. MIT Comparative Media Studies. *Educational Technology*, 43(5), 17–33.
- García-Peñalvo, F.J., Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce Lacleta, M., Conde-González, M.Á.: Cooperative Micro Flip Teaching. In: Zaphiris, P., Ioannou, I. (eds.) Learning and Collaboration Technologies. *Third International Conference, LCT 2016, Held as Part of HCI International 2016, Toronto, ON, Canada, July 17-22, 2016*, Proceedings, pp. 14-24. Springer International Publishing, Switzerland (2016)
- García-Peñalvo, F.J., Griffiths, D.: Rethinking informal learning. In: Alves, G.R., Felgueiras, M.C. (eds.) *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15)* (Porto, Portugal, October 7-9, 2015), pp. 457-459. ACM, New York, USA (2015)
- García-Peñalvo, F.J., Hernández-García, Á., Conde-González, M.Á., Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce Lacleta, M.L., Alier-Forment, M., Llorens-Largo, F., Iglesias-Pradas, S.: Learning services-based technological ecosystems. In: Alves, G.R., Felgueiras, M.C. (eds.) *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15)* (Porto, Portugal, October 7-9, 2015), pp. 467-472. ACM, New York, USA (2015)
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.
- Gardner, H. (1993). *Multiple intelligences: The theory in practice*. New York: Basic Books.
- Gareau, S. & Guo, R. (2009). “All work and no play” reconsidered: The use of games to promote motivation and engagement in instruction. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 3 (1), 1-12.
- Garris, R., Ahlers, R., and Driskell, J. E. (2002). "Games, Motivation, and Learning: A Research and Practice Model." *Simulation Gaming*, 33(4), 441-467.
- Gee, J.P., (2003) What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in Entertainment (CIE)*, Vol. 1, Issue 1
- Gibson, J. W., Tesone, D. V., & Blackwell, C. W. (2001). The journey to cyberspace: reflections from three online business professors. *S.A.M. Advanced Management, Journal Winter*, 66(1), 30–35.
- Gifted & Creative Services Australia. (2007). *Visual-spatial thinking*. URL: <http://www.giftedservices.com.au/visualthinking.html> (accessed 22 May 2009).
- Gneezy, U. and Rustichini, A. (2000), “Pay enough or don’t pay at all”, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 115 No. 3, pp. 791-810.
- Goedert, J, Rokooei S, and Pawloski R (2012) "A Project-based Simulation Model for Construction Education." *5th Conference on Higher Education Pedagogy*, Virginia Tech, Blacksburg.
- Goedert J D & Rokooei S (2016) Project-Based Construction Education with Simulations in a Gaming Environment *International Journal of Construction Education and Research* Vol. 12 Iss. 3, 2016
- Effectiveness of a Virtual Project-Based Simulation Game in Construction Education (PDF Download Available)*. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/309481943\\_Effectiveness\\_of\\_a\\_Virtual\\_Project-Based\\_Simulation\\_Game\\_in\\_Construction\\_Education](https://www.researchgate.net/publication/309481943_Effectiveness_of_a_Virtual_Project-Based_Simulation_Game_in_Construction_Education) [accessed Nov 05 2017].

- Griffiths, D., García-Peñalvo, F.J.: Informal learning recognition and management. *Computers in Human Behavior* 55A, 501-503 (2016) PRE-PRINT
- Gulezian, R. and Samelian, F. (2003). "Baseline Determination in Construction Labor Productivity-.-Loss Claims." *J. Manage. Eng.*, 19(4), 160–165. TECHNICAL PAPERS
- Haidt, J. (2006) *The Happiness Hypothesis*. London: Heinemann
- Hajjar D. and Abourizk S. (1999). Symphony: an environment for building special purpose construction simulation tools, *Proceedings of the Winter Simulation Conference*, Phoenix, USA, December 1999.
- Halpin D. and Woodhead R. (1973). *Constructo - a heuristic game for construction management*. University of Illinois Press, Champaign, Illinois.
- Halpin DW, Woodhead RW. CONSTRUCTO - A computerized construction management game . *Constr Res Ser No 14 Dep Civ Eng Univ Ill Urbana IL* 1970.
- Halpin, D.W. (1976), "CONSTRUCTO – an interactive gaming environment", *Journal of the Construction Division*, Vol. 102 No. 1, pp. 145-196.
- Halpin D. and Woodhead R. (1976). *Design of construction and process operations*, John Wiley & Sons, New York, N.Y., USA.
- Hamid, A. (2002). e-learning Is it the "e" or the learning that matters? *The Internet and Higher Education*, 4, 311–316.
- Haque, E.M., (2007) n-D Virtual Environment in Construction Education, *The 2nd International Conference on Virtual Learning*, ICVL 2007
- Haymaker J, Fischer M (2001). Challenges and benefits of 4D modeling on the Walt Disney Concert Hall project. *CIFE Working Paper No. 64*.
- Haymaker, J., and Fischer, M. (2008) "Formalizing Narratives to Better Communicate & Integrate Sustainable Design Processes & Information", TR176, Stanford University Center for Integrated Facility Engineering
- Herrington, J., and Oliver, R. (1995). "Critical Characteristics of Situated Learning: Implications for the Instructional Design of Multimedia." *Learning with technology*, J. P. A. Ellis, ed., Parkville, Vic: University of Melbourne., 235-262.
- Horne M, Hamza N (2006). Integration of virtual reality within the built environment curriculum, *ITcon 11* 311- 324.
- Hornibrook F. (1996). Further development of the construction management game (COMMITTED). *Proceedings of 1996 IEEE international conference on multi-media engineering education*, 71-76.
- Howell, S. L., Saba, F., Lindsay, N. K., & Williams, P. B. (2004). Seven strategies for enabling faculty success in distance education. *Internet and Higher Education*, 7, 33–49.
- Huang R. and Halpin D. (1994). Simulation of cable stayed bridges using DISCO, *Proceedings of the Winter Simulation conference*, Buena Vista, USA, December 1994.
- Ioannu P. and Martinez J. (1996). Animation of complex construction simulation models, *Proceedings of the Congress of Computer in Civil Engineering*, New York, USA, 1996.
- Irizarry J. and Abraham D. (2005). Application of virtual reality technology for the improvement of safety in the steel erection process. *Proceedings of the 2005 ASCE international conference on computing in civil engineering*, Cancun, Mexico.

- Jaafari, A., Manivong, K.K. and Chaaya, M. (2001), "VIRCON: interactive system for teaching construction management", *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 127 No. 1, pp. 66-75.
- Jackson, M. (2004). Making visible: using simulation and game environments across disciplines. *On the Horizon*, 12(1), 22–25.
- Jaruhar, S. (2007) *Development of Interactive Simulations for Construction Engineering Education*. Master's Thesis, The Pennsylvania State University
- Jenkins, H. (2008). *Game design as narrative architecture*. URL: <http://web.mit.edu/cms/People/henry3/games&narrative.html> (accessed 22 May 2009).
- Johnson, S. (1997) What's in a Representation, Why Do We Care, and What Does it Mean? Examining the Evidence from Psychology, *Proceedings of ACADIA '97 Conference, Cincinnati, Ohio*, October 3-5
- Johnston H., Borland H. and Craig K. (2003). Building industry game (B.I.G) a computer simulation for construction management. *Proceedings of the 39th annual conference for the associated schools of construction (ASC), Clemson University, Clemson, South Carolina*, 79-90.
- Jonassen DH. (1997) Instructional Design Models for Well-Structured and Ill-Structured Problem-Solving Learning Outcomes. *Educ Technol Res Dev* 1997.
- Josephson, P-E. & Saukkoriipi, L. (2005) *Slöseri i byggprojekt. Behov av förändrat synsätt*. FoU-Väst 2005, Sveriges Byggindustrier, ISSN 1402-7410.
- Kagel, J.H. and Levin, D. (2002), *Common Value Auctions and the Winner's Curse*, Princeton University Press, Oxford, NJ.
- Kajewski, S. (1999). Virtual construction site visits via the World Wide Web. In Chen, K. *Australia University Building Educators Association Conference, Proceeding of the 3rd & 4th electronic conference, AUBEA*, pp. 125–129.
- Kalk A. and Douglas S. (1980). *Insight: Interactive simulation of construction operations using graphical techniques*, Technical Report No. 283, Construction Institution, Department of Civil Engineering, Stanford Univ., Stanford, California, USA.
- Kamaraswamy, M. (2004). Accelerating learning via virtual site visits. *International Journal of IT in Architecture, Engineering and Construction*, 2 (1), 19-32.
- Kamat V. and Matrinez J. (2001). Visualizing simulated construction operations in 3D, *Journal of Computing in Civil Engineering*, Vol. 15, No.4, October 2001.
- Kamat VR, Martinez JC. (2003) Validating Complex Construction Simulation Models Using 3D Visualization. *Syst Anal Model Simul*
- Kamat VR, Martinez JC. (2004) *General-purpose 3D animation with VITASCOPE*
- Kamat V. and Matrinez J. (2008). Software mechanisms for extensible and scalable 3D visualization of construction operations, *Journal of Advances in Engineering Software*, Vol. 39, No.8, August 2008.
- Karshenas, S. (2009), Visualization and Multimedia Applications in Construction Cost Estimating Education. *ASCE Construction Congress 2009*, April 4-8, Seattle, WA.
- Karshenas, S. and Sharma, A. (2010). Visually Scheduling Construction Projects. *ASCE Construction Research Congress*, May 7-10, Banff, Canada.

- Keller, J. (1987). The systematic process of motivational design. *Performance and Instruction*, 26 (9), 1-8.
- Kim, K., and Paulson, J. B. C. (2003). "Agent-Based Compensatory Negotiation Methodology to Facilitate Distributed Coordination of Project Schedule Changes." *Journal of Computing in Civil Engineering*, 17(1).
- Kirkpatrick D, Kirkpatrick P. (2006) *Evaluating Training Programs. 3rd ed.* San Francisco, CA: Berrett-Koehler Publishers, Inc.
- Kolb, D.A. (1984), *Experimental Learning. Experience as the Source of Learning and Development*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Koo, B., and Fischer, M. (2000). "Feasibility study of 4D CAD in commercial construction." *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 126(4), 251260.
- Korman T. (2014) *Enhancing Civil and Construction Engineering Education through the use of a Web-based Collaborative Simulation*. 2014.
- Kryukov, M. M., & Kryukova, L. I. (1986). Towards a simulation games classification and game dialogue types. *Simulation and Games*, 17(3), 393–402, September.
- Ku, Kihong; Pushkar S. Mahabaleshwarkar (2011). Building interactive modeling for construction education in virtual worlds, *ITcon Vol. 16, Special Issue Use of virtual world technology in architecture, engineering and construction*, pg. 189-208, <http://www.itcon.org/2011/13>
- Kumar, S., Matthew Hedrick, Christopher Wiacek, John I. Messner (2011) Developing an experienced-based design review application for healthcare facilities using a 3d game engine, *ITcon Vol. 16, Special Issue Use of Gaming Technology in Architecture, Engineering and Construction*, pg. 85-104, <http://www.itcon.org/2011/6>
- Lainema, T., & Nurmi, S. (2006). Applying an authentic, dynamic learning environment in real world business. *Computers and Education*, 47, 94–115.
- Lansley P. (1982) "AROUSAL": A model to match reality. *J Eur Ind Train*
- Latham, M. (1994). *Construction the team joint review of procurement and contractual arrangements in the United Kingdom construction industry*, HMSO.
- Lattuca LR, Terenzini PT, Volkwein JF, Peterson GD. (2006) The changing face of engineering education. *Bridge Reforming Eng Educ*
- Laurillard, D. (1993). *Rethinking university teaching: A framework for the effective use of educational technology*. London: Routledge.
- Lean, J., Moizer, J., Towler, M. and Abbey, C. (2006), "Simulations and games use and barriers in higher education", *Active Learning in Higher Education*, Vol. 7 No. 3, pp. 227-242.
- Lee S, Nikolic D, Messner J, Anumba C. (2011) The development of the Virtual Construction Simulator 3: An interactive simulation environment for construction management education. In: *Proceedings of the 2011 ASCE International Workshop on Computing in Civil Engineering*. Miami, FL: ASCE
- Lee S, Nikolic D, and Messner J I (2014) "Framework of the Virtual Construction Simulator 3 for Construction Planning and Management Education." *Journal of Computing in Civil Engineering* 29 (2):05014008.

- Leicht, R.M., Hunter, S.T., Saluja, C. and Messner, J.I. (2008) *Methodology for Utilizing Observational Studies to Perform Research on Construction Teams*, Work in progress, Penn State University, 2008
- Leris, D., Sein-Echaluce, M.L., Hernández, M., Bueno, C. (2016): Validation of indicators for implementing an adaptive platform for MOOCs. *Computers in Human Behavior*. In press (2016) <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2016.07.054>
- Leris, D., Sein-Echaluce, M.L., Hernández, M., Fidalgo-Blanco, A. (2016): Relation between adaptive learning actions and profiles of MOOCs users. *Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16)* Salamanca 2-4 Noviembre 2016. ACM, New York, NY, USA. pp. 857-863. (2016)
- Lim CS, Mohamed MZ (2000). An exploratory study into recurring construction problems, *International Journal of Project Management* 18: 267-273.
- Lin K.Y. (2009). The development of a sustainable e-learning model – using construction safety and health education as an example. *Proceedings of 2009 ASCE international workshop on computing in civil engineering*, Austin, Texas, USA, 593 – 602.
- Lin, Ken-Yu, Jeong Wook Son, Eddy M. Rojas (2011). A pilot study of a 3D game environment for construction safety education, *ITcon Vol. 16, Special Issue Use of Gaming Technology in Architecture, Engineering and Construction*, pg. 69-84, <http://www.itcon.org/2011/5>
- Lipman R, Reed K (2000). Using VRML in construction industry applications. *Proceedings of the fifth symposium on Virtual reality modeling language (Web3D-VRML)*, ACM, Monterey, California, United States.
- Litzinger T, Meter PV, Firetto C, Passmore L, Masters C, Turns S, et al. (2009) Improving Students Ability to Model During Problem-Solving in Statics. *2009 ASEE Annu Conf Austin TX* June 14-17 Pp 15.
- Long, G., Mawdesley, M.J. and Scott, D. (2009), “Teaching construction management through games alone: a detailed investigation”, *On the Horizon*, Vol. 17 No. 4, pp. 330-344.
- Lu C.C., Kang S.C., Hsieh S.H. and Shiu, R.S. (2009). Improvement of a computer-based surveyor-training tool using a user-centered approach. *Advanced Engineering Informatics*, Vol. 23, No. 1, 81-92.
- Marsh J. and Rowlinson S. (1999). CAL in construction: attitudes to learning, *HABITAT*, Issue 8.
- Martin A. (2000). A simulation engine for custom project management education. *International Journal of Project Management*, Vol. 18, 201-213.
- Martinez JC, Ioannou PG. (1999) General-purpose systems for effective construction simulation. *J Constr Eng Manag*
- Maurina E.F. III (2006). *The game programmer's guide to Torque: under the hood of the Torque Game Engine*. GarageGames Books.
- Maurina E.F. III (2008). *Multiplayer gaming and engine coding for the Torque Game Engine*. GarageGames Books.
- Mayer RE, Wittrock MC. (1986) *Handbook of Educational Psychology*. Routledge.
- Mayer, R. E. (2003). The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction*, 13, 125–139.

- Mayer RE. (2005) *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge University Press.
- Mayer RE. (2008) Applying the science of learning: evidence-based principles for the design of multimedia instruction. *Am Psychol*.
- Media Evolution (2011) *Introduktion till spelmekanik*: [http://www.psykologifabriken.se/00-talet-var-sociala-medier-10-talet-handlar-om-spelmekanik/Spelifiering - om hur vi kan använda spelmekanik i saker som inte är spel](http://www.psykologifabriken.se/00-talet-var-sociala-medier-10-talet-handlar-om-spelmekanik/Spelifiering%20-%20om%20hur%20vi%20kan%20anv%C3%A4nda%20spelmekanik%20i%20saker%20som%20inte%20%C3%A4r%20spel).
- MERIT (2014) Available from: <http://meritgame.com/>
- Messner JI, Yerrapathruni SC, Baratta AJ, Riley DR (2002). Cost and schedule reduction of nuclear power plant construction using 4D CAD and immersive display technologies Computing in Civil Engineering: *Proceedings of the International Workshop of Information Technology in Civil Engineering*, ASCE, Reston, Va., pp 136-144.
- Meyers, C. & Jones, T. B. (1993). *Promoting active learning: Strategies for the college classroom*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Mills, A., Ashford, P. & McLaughlin, P. (2006). The value of experiential learning for providing a contextual understanding of the construction process. *31st Australia University Building Educators Association Conference*, University of Technology, Sydney.
- Moizer, J., Lean, J., Towler, M. and Abbey, C. (2009), "Simulations and games overcoming the barriers to their use in higher education", *Active Learning in Higher Education*, Vol. 10 No. 3, pp. 207-224.
- Moloney J and Amor R. (2003), StringCVE: Advances in a Game Engine-Based Collaborative Virtual Environment for Architectural Design. *Proceedings of CONVR 2003 Conference on Construction Applications of Virtual Reality*, Blacksburg, Virginia, USA, 156 – 168.
- Morrison, G.R., Ross, S.M. and Baldwin, W. (1992), "Learner control of context and instructional support in learning elementary school mathematics", *Educational Technology Research and Development*, Vol. 40 No. 1, pp. 5-13.
- Morrison GR. (2011) *Designing effective instruction*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Mukherjee A, Rojas EM, Winn WD. (2005) *Interactive Situational Simulations in Construction Management*.
- Mukherjee, A. and Rojas, E.M (2003) *Applying Multi Agents to General Purpose Situational Simulations in Construction Management*, 2003, Retrieved from: <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-2003-21/r-2003-21.pdf>
- Mukherjee, A., Rojas, E. M., and Winn, W. D. (2005). "Interactive Situational Simulations in Construction Management." *The First Conference on the Future of the AEC Industry*, Las Vegas, NA.
- Münz, U., Schumm, P., Wiesebrock, A. & Allgower, F. (2007). Motivation and learning progress through educational games. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 54 (6), 3141–3144.
- Nadim W, Alshawi M, Goulding J, Petridis P, Sharp M (2009). Virtual Reality Interactive Learning Environment. *Open Building Manufacturing Key Technologies, Applications, and Industrial Cases*. pp 153-182.

- Nassar, K. (2002). Simulation gaming in construction: ER, the equipment replacement game. *Journal of Construction Education*, Vol. 7, No. 1, 16 – 30.
- Nassar, K. (2003), “Construction contracts in a competitive market: C3M a simulation game”, *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 10 No. 3, pp. 172-178.
- Nikolic D, Lee S, Messner J I, Anumba CJ. (2010) The Virtual Construction Simulator – evaluating an educational simulation application for teaching construction management concepts. In: *Proceedings of the 27th International Conference on Applications of IT in the AEC Industry*. Cairo, Egypt
- Nikolic D. (2011) *Evaluating a simulation game in construction engineering education: the virtual construction simulator 3*
- Nikolic, D., Jaruhar, S., and Messner, J. I. (2009) "An Educational Simulation in Construction: The Virtual Construction Simulator." *Proceedings of the 2009 ASCE International Workshop on Computing in Civil Engineering*, Austin, Texas, 63-63.
- Nikolic, D., Jaruhar, S., Messner, J.I. (2011), An Educational Simulation in Construction: The Virtual Construction Simulator. *ASCE Journal of Computing in Civil Engineering*, November/December, 2011, Volume 25, Issue 6, pp. 419-448.
- Nonaka, I., Takeuchi, H.: *The knowledge creating company*. Oxford University Press, New York, NY (1995)
- Oblinger, D. (2006). *Simulations, games, and learning*. Educause.
- Øhra M (1998). Pedagogical Aspects of Simulator Training International User's Conference 1998 *Maritime Simulators & Training*, Newcastle.
- Oloufa A. (1993). Modelling and simulation of construction operations, *Journal of Automation in Construction*, Vol. 1, No.4, March 1993.
- Oloufa A.A. and Crandall K.C.(1992). Feedback mechanism for operational simulation, *Journal of Computing in Civil Engineering*, Vol. 6, No. 2 , April 1992.
- Oo, B.L., Ling, F.Y.Y. and Soo, A. (2014), “Information feedback and bidders’ competitiveness in construction bidding”, *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 21 No. 5, pp. 571-585.
- Op den Bosch A, Hastak M (1995). Virtual Reality Environment for Design and Analysis of Automated Construction Equipment. *Proceedings of the ASCE sponsored Specialty Conference: Second Congress on Computing in Civil Engineering*, ASCE, Atlanta, Georgia, pp 566-573.
- Pailing, M. (2002). E-learning: is it really the best thing since sliced bread? *Industrial and Commercial Training*, 34(4), 151–155.
- Panko M, Kenley R, Davies K, Piggot-Irvine E, Allen B, Hede J, Harfield T (2005). *Learning styles of those in the building and construction sector*. Building Research Association of New Zealand Inc.
- Pariafsai, Fatemeh. (2016). Effectiveness of a Virtual Project-Based Simulation Game in Construction Education. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology(IJSRSET)*. 5. 377-393.
- Paulson B.C., Douglas S.A., Kalk A., Touran A. and Victor G. (1983). Simulation and analysis of construction operations, *Journal of Technical Topics in Civil Engineering*, Vol. 109, No. 2, August 1983.



- Pienaar J, Wu P & Adams N (2015) Development of Virtual Teamwork Skills for Distance Students Through Simulated Global Virtual Team Projects. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, Vol 142, Iss 1, January 2016.
- Pivec, M. (2007), "Editorial: play and learn: potentials of game-based learning", *British Journal of Educational Technology*, Vol. 38 No. 3, pp. 387-393.
- Pivec, M. and Dziabenko, O. (2004), "Game-based learning in universities and lifelong learning: unigame: social skills and knowledge training game concept", *Journal of Universal Computer Science*, Vol. 10 No. 1, pp. 14-26.
- Pólya G. (1945) *How to solve it: a new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.
- Prensky M. (2000) *Digital Game-Based Learning*; McGraw-Hill Companies
- Prensky M. (2003). Digital game-based learning. *ACM Computers Entertainment*, Vol. 1, No. 1, Article 21.
- Ramsden, P. (1988). Context and strategy: Situational influences on learning. In Schmeck, R. R. (Ed.). *Learning strategies and learning styles*. New York: Plenum Press. pp. 159-184.
- Randel, J.M., Morris, B.A., Wetzel, C.D. and Whitehill, B.V. (1992), "The effectiveness of games for educational purposes: a review of recent research", *Simulation & Gaming*, Vol. 23 No. 3, pp. 261-276.
- Rieber LP. (2005) Multimedia learning in games, simulations, and microworlds. *Camb Handb Multimed Learn*.
- Riemer JW (1976). "Mistakes at Work" the Social Organization of Error in Building Construction Work, *Social Problems* 23: 255-267.
- Riemer JW (1979). Work Setting And Behavior "An Empirical Examination Of Building Construction Work", *Symbolic Interaction* 2: 131-152.
- Rojas EM, Mukherjee A. (2005) General-Purpose Situational Simulation Environment for Construction Education. *J Constr Eng Manag*.
- Rokooei S & Goedert J D (2015) "Lessons learned From a Simulation Project in Construction Education." *2015 ASEE Annual Conference and Exposition*, Seattle, Washington. 10.18260/p.24420
- Rokooei S, Goedert J D, and Fickle K. (2015) Using a Simulation Model for Project Management Education." 7th annual Conference on Higher Education Pedagogy, Virginia Tech, Blacksburg.
- Rokooei S, Goedert J, and Weerakoon A. (2014) "Simulation as an Effective Tool for Gender Education in Construction." 6th Conference on Higher Education Pedagogy, Virginia Tech, Blacksburg.
- Rosenberg, M. J. (2001). *E-learning strategies for delivering knowledge in the digital age*. McGraw Hill.
- Roth, W. M. (1996). Knowledge diffusion in a grade 4 - 5 classroom during a unit of civil engineering: An analysis of a classroom community in terms of its changing resources and practices. *Cognition and Instruction*, 14, 179-220.
- Roupp, R. & Pfister, M. (1993). An introduction to Labnet. In Roupp, R., Gal, S., Drayton, B. & Pfister, M. (Eds.). *Labnet: Towards a community of practice*. Hillsdale New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. pp. 1-20.

- Sauvé, L., Renaud, L., and Kaufman, D. (2010). Games, Simulations, and Simulation Games for Learning: Definitions and Distinctions. In *Educational Game Play and Simulation Environments: Case Studies and Lessons Learned*. David Kaufman and Louise Sauvé editors. Information Science Reference, an imprint of IGI Global.
- Sawhney, A., and Mund, A. (1998). "Simulation based construction management learning system." *Proceedings of the 30th conference on Winter simulation*, IEEE Computer Society Press, Washington, D.C., United States.
- Sawhney, A., Bashford, H., Walsh, K., and Mulky, A. R. (2003) "Agent-based modeling and simulation in construction." *Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference* 1541-1547.
- Sawhney, A., Koczenasz, B., Bashford, J., and Mund, A., (2000) Internet-Based Interactive Construction Management Learning System. *Proceedings of the 2000 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, St. Louis, Missouri*
- Sawhney, A., Marble, J., Mund, A., and Vamadevan, A. (2000). "Internet Based Interactive Construction Management Learning System." ASCE, Orlando, Florida, USA, 31-31.
- Sawhney, A., Mund, A. and Koczenasz, J. (2001), "Internet-based interactive construction management learning system", *Journal of Construction Education*, Vol. 6 No. 3, pp. 124-138.
- Schell J. (2008) *The art of game design: a book of lenses*. Boston: Elsevier/Morgan Kaufmann.
- Schnabel MA, Kvan T (2002). *Interaction in virtual building space CIB W78 conference* 2002, CIB, pp 02- 44.
- Schraw G, Dunkle ME, Bendixen LD (1995) Cognitive processes in well-defined and ill-defined problem solving . *Appl Cogn Psychol*
- Schunk DH. (2011) *Learning Theories: An Educational Perspective*. 6 edition. Boston: Pearson.
- Schweizer, H. (2004). E-learning in business. *Journal of Management Education*, 28(6), 674–692, December.
- Sein-Echaluze Laclea, M.L., Fidalgo-Blanco, Á., García-Peñalvo, F.J., Conde-González, M.Á.: iMOOC Platform: Adaptive MOOCs. In: Zaphiris, P., Ioannou, I. (eds.) *Learning and Collaboration Technologies. Third International Conference, LCT 2016, Held as Part of HCI International 2016, Toronto, ON, Canada, July 17-22, 2016*, Proceedings, pp. 380–390. Springer International Publishing, Switzerland (2016)
- Seligman, M.E.P (2002). *Authentic Happiness*. London: Nicholas Brealey,
- Senescu, R., J. Haymaker, and M. Fischer (2011) "Design Process Communication Methodology: Improving the Efficiency and Effectiveness of Collaboration, Sharing, and Understanding" Stanford University Center for Facilitated Engineering, Technical report
- Shannon R.E. (1975). *System Simulation: The art and science*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., USA. Rohrer M. and McGregor I. (2002). Simulating reality using Auto-Mod, *Proceedings of the Winter Simulation Conference, San Diego, USA*, December 2002.
- Shen, Q., & Scott, D. (2004). A web-based online postgraduate programme in project management. *International Journal of IT in Architecture, Engineering and Construction*, 2(1), 47–60, February.

- Sherif A. and Mekkawi H. (2006). Developing a computer aided learning tool for teaching construction engineering decision making. *Proceedings of the joint international conference on computing and decision making in civil and building engineering, 11th ICCCB, 2006 ICC-ASCE, DMUCE-5, CIB-W78, and CIB-W102, Montreal, Canada.*
- Sherif A. and Mekkawi H. (2009). The excavation game: a computer-aided-learning tool for teaching construction engineering decision making, *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, accepted for publication, posted ahead of print.
- Shiratuddin, Mohd Fairuz, Walid Thabet, (2011). Utilizing a 3D game engine to develop a virtual design review system, *ITcon Vol. 16, Special Issue Use of Gaming Technology in Architecture, Engineering and Construction*, pg. 39-68, <http://www.itcon.org/2011/4>
- Shneiderman B. (1996) The eyes have it: a task by data type taxonomy for information visualizations. In: *IEEE Symposium on Visual Languages*, 1996. Proceedings.
- Smith J. and Roberts B. (1997), Teaching engineering surveying through computer aid learning. *Habitat*, Issue 4.
- Soo, A. and Oo, B.L. (2014), "The effect of construction demand on contract auctions: an experiment", *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 21 No. 3, pp. 276-290.
- Squire, K. & Jenkins, H. (2003). Harnessing the power of games in education. *Insight*, 3 (1), 5-30.
- Squire, K. (2006). "From Content to Context: Videogames as Designed Experience." *Educational Researcher*, 35(8), 19-29.
- Squire, K. D. & Jan, M. (2007). Mad city mystery: Developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers. *Journal of Science Education and Technology*, 16 (1), 5–29.
- Sutcliffe, M. (2002), *Simulations, Games and Role-Play. The Handbook for Economics Lecturers*, Economics LTSN, Bristol, pp. 1-26.
- Thurman, R.A. (1993), "Instructional simulation from a cognitive psychology viewpoint", *Educational Technology Research and Development*, Vol. 41 No. 4, pp. 75-89.
- Truevision3D. (2010). *3D Engine and Game Development SDK by Truevision3D* [Online] Available at: <http://www.truevision3d.com/>.
- Twigg, C. (2003). Improved learning and reducing costs: new models for online learning. *Educause Review* (September/October), 28–38.
- Unity (2014) *Unity - Game engine, tools and multiplatform*. Available from: <http://unity3d.com/unity>
- Van Eck, R. (2006). Digital game-based learning – it's not just the digital natives who are restless. *Educause Review* (March/April), 16–30.
- Van Meter P, Litzinger TA, Wright M, Kulikowich J. A (2006) Cognitive Study Of Modeling During Problem Solving: An integrated problem solving model. In: *Proceedings of the ASEE Annual Conference*. Chicago, IL, USA.
- Venter C & Coetzee J (2013) Interactive learning through gaming simulation in an integrated land use-transportation planning course. *Essays Innovate* 8 2013

- Veshosky, D. and Egbers, J.H. (1991), “Civil engineering project management game: teaching with simulation”, *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, Vol. 117 No. 3, pp. 203-213.
- Von Baeyer A, Sommer H (2000). *Educational Conditions for Successful Training with Virtual Reality Technologies Human Performance Goals Workshop*, Netherlands.
- Wall, J. and Ahmed, V. (2008), “Use of a simulation game in delivering blended lifelong learning in the construction industry – opportunities and challenges”, *Computers & Education*, Vol. 50 No. 4, pp. 1383-1393.
- Wall, J., Ahmed, V., Hurst, A., Garrecht, H., Luckey, A., & McNamee, F. et al. (2006). Evolving a framework for technology facilitated CPD for construction management a European initiative, *Irish learning and teaching association 7th annual conference*, 25–26 May 2006, Institute of Technology Sligo.
- Wall, J., Smit, D., Betts, M., & Ahmed, V. (2005). An international comparison of e-learning in action – an interactive graphical online teaching resource for residential construction in Australia and a blended programme to support Irish entrepreneurs in Ireland, *the construction research conference of the RICS foundation – the Australasian universities’ building educators association conference, and the 3rd CIB student chapters international symposium*, 4–8 July 2005, Brisbane, Australia.
- Wang, L. (2007) *Using 4D Modeling to Advance Construction Schedule Visualization in Engineering Education*. Master’s Thesis, The Pennsylvania State University
- Wang, L. and Messner, J.I. (2007) Virtual Construction Simulator: A 4D CAD Model Generation Prototype. *ASCE Workshop on Computing in Civil Engineering* Pittsburgh, PA, 2007
- Ware C. (2013) *Information visualization: perception for design*. Third edition. Waltham, MA: Morgan Kaufmann.
- Wearne, S. (2004). Professional engineers’ needs for managerial skills and expertise. *Proceeding of the Institution of Civil Engineers*, 157(1), 44–48, February.
- Whitehall, B. and McDonald, B. (1993), “Improving learning persistence of military personnel by enhancing motivation in a technical training program”, *Simulation & Gaming*, Vol. 24 No. 3, pp. 294-313.
- Whitton, N. (2009). Learning and Teaching with Computer Games in Higher Education. In *Game-based Learning Advancements for Multi-Sensory Human Computer Interfaces: Techniques and Effective Practices*. Thomas Connally, Mark Stansfield and Liz Boyle editors. Information Science Reference, Hershey-New York.
- Wilkinson, S. (2005). Encouraging learning through simulation and inter-university competition, *the construction research conference of the RICS foundation – the Australasian universities’ building educators association conference, and the 3rd CIB student chapters international symposium*, 4–8 July 2005, Brisbane, Australia.
- Willott, J., Dowson, P., & Irving, H. (2004). Work-based, flexible delivery of personal and professional skills training to the construction industry. *The international construction research conference of the royal institute of chartered surveyors, COBRA*.
- Winne PH, Perry NE. (2000) Measuring self-regulated learning. In: Boekaerts M, Pintrich PR, Zeidner M, editors. *Handbook of self-regulation*. San Diego, CA, US: Academic Press.

- Woodard PR, Ahamed SS, Canas R, Dickinson JK (2009). Entertainment-based system for visual construction technology transfer: Lessons Learned *The 4th International Conference on E-Learning and Games*, Banff, Alberta, Canada, pp 339-350.
- Wu W, Issa R. (2013) BIM Education and Recruiting: Survey-Based Comparative Analysis of Issues, Perceptions, and Collaboration Opportunities. *J Prof Issues Eng Educ Pract*
- Wyeld T. G., Carroll J., Ledwich B., Leavy B., Gibbons C. and Hills J. (2007). The Ethics of Indigenous Storytelling: using the Torque Game Engine to Support Australian Aboriginal Cultural Heritage. *Proceedings of Digital Games Research Association, DiGRA*, Tokyo, Japan, 261 – 268.
- Xu J. and Abourizk S. (1999). Product-based model representation for integrating 3D CAD with computer simulation, *Proceedings of the Winter Simulation Conference*, Phoenix, USA, December 1999.
- Young, M. F., Barab, S. A. & Garrett, S. (2000). Agent as detector: An ecological psychology perspective on learning by perceiving - acting systems. In Jonassen, D. & Land, S. M. (Eds.). *Theoretical foundations of learning environments*. Hillsdale New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. pp. 147–173.
- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *IEEE Computer*, 38(9), 25-32.

# Bilaga: Kalkyl - typhus

## Nettokalkyl

Projektkod		Projektbenämning		Ort		Beställare					
Demo		Demohus									
Urval		Datum		Räknat		Kontrollerat		Sida			
		2015-08-04						1			
Anmärkning	BD	Benämning	Mängd	Enhet	Tid [tim/enh]	Tid [tim-tot]	Material [kr/enh]	Material [kr-tot]	UE [kr/enh]	UE [kr-tot]	Nettopris [kr-tot]
<b>00 Reservationer för totalentreprenad</b>											
00		index						0		0	0
00		markförhållande/grundläggning						0		0	0
00		etableringsplats						0		0	0
00		miljöhus						0		0	0
00		lägenhetsförråd						0		0	0
00		persienn						0		0	0
<b>00 Information</b>											
00		BTA (ex fläktrum)	830,00	m2				0		0	0
00		6st LGH BOA	533,00	m2				0		0	0
00		2st Lokaler LOA	115,00	m2				0		0	0
<b>07 Bygg för installatörer</b>											
07		inklädnader, hålltagningar, brandtätningar mm för installatörer BTA	830,00	m2	0,030	24,9	15,00	12 450	50,00	41 500	64 010
07		byggarbete för hiss	1,00	st	4,000	4,0	500,00	500	2 000,00	2 000	4 116
											<b>68 126</b>
<b>10 Mark</b>											
10		markarbete under byggnad	950,00	m2				0	800,00	760 000	760 000
											<b>760 000</b>
<b>18 Uteplatser plan 1</b>											
18		markarbete	81,00	m2				0	700,00	56 700	56 700
18		plank/räcke -- runt	28,00	m1				0	1 200,00	33 600	33 600
18		TG dörr/grind	2,00	st				0	700,00	1 400	1 400
18		plank mellan	4,00	m1				0	1 200,00	4 800	4 800
											<b>96 500</b>
<b>20 Till betong</b>											
20		betongpump	5,00	st				0	8 500,00	42 500	42 500
20		armeringsklotsar mm	1,00	x			2 000,00	2 000		0	2 000
											<b>44 500</b>
<b>24 Grundkonstruktioner</b>											

V:\Lund Gemensam\Anbud\Kalkyl\Kalkyl 2015\Div 2015\Utbildning.PLX  
BidCon BYGG 6.89

Sida 1 av 9

Utskrivet 2015-08-13 11:18:17 av Veidekke Entreprenad AB, Skåne

## Nettokalkyl

Projektkod		Projektbenämning		Ort		Beställare					
Demo		Demohus									
Urval		Datum		Räknat		Kontrollerat		Sida			
		2015-08-04						2			
Anmärkning	BD	Benämning	Mängd	Enhet	Tid [tim/enh]	Tid [tim-tot]	Material [kr/enh]	Material [kr-tot]	UE [kr/enh]	UE [kr-tot]	Nettopris [kr-tot]
24		hissgrop	1,00	st	30,000	30,0	17 000,00	17 000		0	29 120
24		installgrop	1,00	st	13,000	13,0	5 000,00	5 000	2 000,00	2 000	12 252
											<b>43,0</b>
<b>24 Sulor yttervägg -- 80m1</b>											
24		form	160,00	m1	0,250	40,0	35,00	5 600		0	21 760
24		armering -- 50 kg/m3	1 000,00	kg	0,020	20,0	8,30	8 300		0	16 380
24		betong 700x350	20,00	m3	0,540	10,8	975,00	19 500		0	23 863
											<b>70,8</b>
<b>24 Sulor under betonginnerväggar --83m1</b>											
24		form	166,00	m1	0,250	41,5	35,00	5 810		0	22 576
24		armering -- 50 kg/m3	1 000,00	kg	0,020	20,0	8,30	8 300		0	16 380
24		betong 700x350	20,00	m3	0,540	10,8	975,00	19 500		0	23 863
											<b>72,3</b>
<b>27 Platta på mark -- 395m2</b>											
27		sirockant	80,00	m1	0,430	34,4	185,00	14 800		0	28 698
27		3x100 cellplast	395,00	m2	0,170	67,2	147,00	58 065		0	85 194
27		radonskydd	395,00	m2	0,020	7,9	18,00	7 110	27,00	10 665	20 967
27		nät	395,00	m2	0,050	19,8	55,00	21 725		0	29 704
27		armering i voter	1 150,00	kg	0,020	23,0	8,30	9 545		0	18 837
27		betong i voter	23,00	m3	0,260	6,0	1 100,00	25 300		0	27 716
27		betong i platta tj=100	39,00	m3	0,260	10,1	1 100,00	42 900		0	46 997
27		TG tjocklek enligt nybyggnadslistan + laser + sloda	395,00	m2	0,050	19,8	2,00	790		0	8 769
											<b>188,1</b>
<b>31 Prefab stomme -- bruttooytor</b>											
31		massiva "grå" innerväggar -- BV h=2600	230,00	m2	0,200	46,0	1 150,00	264 500		0	283 084
31		massiva "grå" innerväggar -- 1 tr h=2600	188,00	m2	0,200	37,6	1 150,00	216 200		0	231 390
31		omslutande sandwichväggar upp förbi bjälklagskanter	545,00	m2	0,250	136,3	1 700,00	926 500		0	981 545
31		mellanbjälklag	410,00	m2	0,130	53,3	1 025,00	420 250		0	441 783
31		bjälklag över plan 1fr ut över balkonger som lock	455,00	m2	0,130	59,2	1 025,00	466 375		0	490 272
31		TG merkostnad ingjutningsgods i prefab	1 828,00	m2				0	40,00	73 120	73 120
											<b>332,3</b>
											<b>2 501 194</b>

V:\Lund Gemensam\Anbud\Kalkyl\Kalkyl 2015\Div 2015\Utbildning.PLX  
BidCon BYGG 6.89

Sida 2 av 9

Utskrivet 2015-08-13 11:18:17 av Veidekke Entreprenad AB, Skåne

Nettokalkyl

Projektkod Demo		Projektbenämning Demohus			Ort		Beställare				
Unval		Datum 2015-08-04			Räknat		Kontrollerat		Sida 3		
Anmärkn g	BD	Benämning	Mängd	Enhet	Tid [tim/enh]	Tid [tim-tot]	Material [kr/enh]	Material [kr-tot]	UE [kr/enh]	UE [kr-tot]	Nettopris [kr-tot]
<b>36 Trappor / hisstopp samt balkonger</b>											
36		trapplopp m terrazzo	1,00	st	4,000	4,0	55 000,00	55 000	0,00	0	56 616
36		räcke o ledstång	9,00	m1				0	2 000,00	18 000	18 000
36		ledstång in i vägg	3,00	m1				0	550,00	1 650	1 650
36		4st balkonger	45,00	m2	0,350	15,8	175,00	7 875	2 150,00	96 750	110 988
36		hisstopp (sticker EJ upp över yttertak)	1,00	st				0	17 000,00	17 000	17 000
											<b>204 254</b>
<b>41 Takstomme</b>											
41		regelstomme+vindskiva-- gavelspetsar	48,00	m2	0,400	19,2	145,00	6 960		0	14 717
41		takstomme+råspont+U-papp: yttertak	560,00	m2	0,250	140,0	260,00	145 600		0	202 160
											<b>216 877</b>
<b>42 Ev fläktrum</b>											
42		lucka m räcke till trapphus	1,00	st	4,000	4,0	4 000,00	4 000	2 000,00	2 000	7 616
42		lucka m stege till yttertak	1,00	st	3,000	3,0	3 000,00	3 000	2 500,00	2 500	6 712
42		RL i hisstopp	1,00	st	5,000	5,0	8 000,00	8 000	2 000,00	2 000	12 020
42		isolerad vägg	35,00	m2	0,970	34,0	275,00	9 625		0	23 341
42		isolerat snedtak	18,00	m2	1,200	21,6	220,00	3 960		0	12 686
42		hanband	16,00	m2	0,450	7,2	95,00	1 520		0	4 429
42		vägg runt hisstopp	5,00	m2	1,000	5,0	200,00	1 000		0	3 020
42		matta m uppvik	30,00	m2				0	250,00	7 500	7 500
42		målning	30,00	m2				0	150,00	4 500	4 500
											<b>81 824</b>
<b>42 Taklagskomplettering</b>											
42		lösull	435,00	m2				0	110,00	47 850	47 850
42		lufningsskiva	48,00	m1				0	95,00	4 560	4 560
42		brädgångar	25,00	m1				0	226,00	5 650	5 650
											<b>58 060</b>
<b>43 Taktäckning</b>											
43		takpapp med underliggande minullsboard	560,00	m2				0	235,00	131 600	131 600
											<b>131 600</b>
<b>44 Takfot och gavlar inkl plåt</b>											

V:\Lund Gemensam\Anbud\Kalkyl\Kalkyl 2015\Div 2015\Utbildning.PLX  
BidCon BYGG 6.89

Sida 3 av 9

Utskriven 2015-08-13 11:18:17 av Veidekke Entreprenad AB, Skåne

Nettokalkyl

Projektkod Demo		Projektbenämning Demohus			Ort		Beställare				
Unval		Datum 2015-08-04			Räknat		Kontrollerat		Sida 4		
Anmärkn g	BD	Benämning	Mängd	Enhet	Tid [tim/enh]	Tid [tim-tot]	Material [kr/enh]	Material [kr-tot]	UE [kr/enh]	UE [kr-tot]	Nettopris [kr-tot]
44		takfot	49,50	m1	0,200	9,9	75,00	3 713	300,00	14 850	22 562
44		vindskiva	43,00	m1	0,270	11,6	55,00	2 365	220,00	9 460	16 515
44		stuprör	4,00	st				0	2 200,00	8 800	8 800
44		huvor o stosas	3,00	st	3,000	9,0	500,00	1 500	2 500,00	7 500	12 636
											<b>60 514</b>
<b>48 Takskydd</b>											
48		nockräcke	24,00	m1				0	300,00	7 200	7 200
48		takstege	1,00	st				0	1 500,00	1 500	1 500
48		takfotsräcke	48,00	m1				0	300,00	14 400	14 400
											<b>23 100</b>
<b>53 Fasadbeklädnad / ytskikt</b>											
53		skivor samt läkt på fasader gavelspetsar	48,00	m2	0,850	40,8	575,00	27 600		0	44 083
53		betongelement i fasad målas	360,00	m2				0	135,00	48 600	48 600
											<b>92 683</b>
<b>55 AL partier</b>											
55		entrédörr-större	1,00	st				0	22 000,00	22 000	22 000
55		entrédörr-mindre	1,00	st				0	18 000,00	18 000	18 000
55		butiksdörrar	2,00	st				0	12 000,00	24 000	24 000
55		fasta partier till butik	25,00	m2				0	3 500,00	87 500	87 500
											<b>151 500</b>
<b>55 AL klädda träfönster</b>											
55		fönsterdörrar	6,00	st	1,100	6,6	30,00	180		0	2 846
55		fönster	90,00	st	1,200	108,0	30,00	2 700		0	46 332
55		yta för fönster o fönsterdörr	152,00	m2			2 100,00	319 200		0	319 200
											<b>368 378</b>
<b>55 Runt fönster o partier</b>											
55		diktning: smyg+fog+drev o plåt	525,00	m1	0,180	94,5	25,00	13 125	175,00	91 875	143 178
											<b>143 178</b>
<b>57 Balkongräcke o skärmtak</b>											
57		komplett skärmtak	5,00	m2	2,000	10,0	1 000,00	5 000	2 000,00	10 000	19 040
57		balkongräcke	21,00	m1				0	1 650,00	34 650	34 650

V:\Lund Gemensam\Anbud\Kalkyl\Kalkyl 2015\Div 2015\Utbildning.PLX  
BidCon BYGG 6.89

Sida 4 av 9

Utskriven 2015-08-13 11:18:17 av Veidekke Entreprenad AB, Skåne

Nettokalkyl

Projektkod		Projektbenämning		Ort		Beställare					
Demo		Demohus		2015-08-04		Räknat	Kontrollerat	Sida			
Unval						5					
Anmärknin g	BD	Benämning	Mängd	Enhet	Tid [tim/enh]	Tid [tim-tot]	Material [kr/enh]	Material [kr-tot]	UE [kr/enh]	UE [kr-tot]	Nettopris [kr-tot]
	57	avskiljande balkongräcke	3,50	m1				0	1 900,00	6 650	6 650
						<b>10,0</b>					<b>60 340</b>
	<b>58</b>	<b>Undersida 4st utkragande delar plan 1 över BV</b>									
	58	regelstomme+isolering+gles+synlig skiva	41,00	m2	1,300	53,3	675,00	27 675		0	49 208
	58	fri ytterkant	36,00	m1	0,300	10,8	175,00	6 300		0	10 663
						<b>64,1</b>					<b>59 871</b>
	<b>62</b>	<b>Undergolv</b>									
	62	stegljudisolering o spackling i trapphus	70,00	m2				0	380,00	26 600	26 600
	62	erf stegljud o spackling i lokaler	115,00	m2				0	380,00	43 700	43 700
	62	erf försänkning samt fallspackling i våtrum	38,00	m2				0	400,00	15 200	15 200
	62	övrig spackling/påjutning	530,00	m2				0	150,00	79 500	79 500
											<b>165 000</b>
	<b>63</b>	<b>Innerväggar -- bruttoytor</b>									
	63	vägg i trapphus	15,00	m2	0,630	9,5	150,00	2 250		0	6 068
	63	väggar i lokaler	44,00	m2	0,630	27,7	150,00	6 600		0	17 799
	63	schaktväggar	70,00	m2	0,870	60,9	110,00	7 700		0	32 304
	63	TG lucka	12,00	st	0,300	3,6	700,00	8 400		0	9 854
	63	innerväggar i LGH	390,00	m2	0,420	163,8	110,00	42 900		0	109 075
	63	våtrumsskiva	110,00	m2	0,150	16,5	75,00	8 250		0	14 916
	63	hörnskydd	50,00	st			30,00	1 500		0	1 500
						<b>282,0</b>					<b>191 516</b>
	<b>65</b>	<b>Invändiga dörrar</b>									
	65	dörr i trapphus till ELC, UC, förråd och städ i trapphus	4,00	st	1,500	6,0	2 800,00	11 200		0	13 624
	65	tamburdörrar	8,00	st	1,100	8,8	6 000,00	48 000		0	51 555
	65	drev o fogmassa	63,00	m1	0,050	3,2	10,00	630	45,00	2 835	4 738
	65	luckor till installnischer i trapphus	6,00	st	1,100	6,6	1 700,00	10 200		0	12 866
	65	innerdörrar -- lätta i lägenheter	28,00	st	0,600	16,8	900,00	25 200		0	31 987
	65	innerdörrar -- massiva i lokaler	3,00	st	1,500	4,5	1 500,00	4 500		0	6 318
	65	drev	50,00	m1	0,050	2,5	5,00	250		0	1 260
	65	foder/smyglöst	465,00	m1	0,050	23,3	17,00	7 905		0	17 298
	65	dörrstopp till innerdörrar	31,00	st	0,100	3,1	25,00	775		0	2 027

V:\Lund Gemensam\Anbud\Kalkyl\Kalkyl 2015\Div 2015\Utbildning.PLX  
BidCon BYGG 6.89

Sida 5 av 9

Utskriven 2015-08-13 11:18:17 av Veidekke Entreprenad AB, Skåne

Nettokalkyl

Projektkod		Projektbenämning		Ort		Beställare					
Demo		Demohus		2015-08-04		Räknat	Kontrollerat	Sida			
Unval						6					
Anmärknin g	BD	Benämning	Mängd	Enhet	Tid [tim/enh]	Tid [tim-tot]	Material [kr/enh]	Material [kr-tot]	UE [kr/enh]	UE [kr-tot]	Nettopris [kr-tot]
						<b>74,7</b>					<b>141 673</b>
	<b>70</b>	<b>Invändigt i butiker -- oklart om dessa lämnas "råa" eller inredes: antag mindre butik eller kontor</b>									
	70	klinkergolv i HWC	9,00	m2				0	900,00	8 100	8 100
	70	kakel i HWC	40,00	m2				0	550,00	22 000	22 000
	70	golv kvalitet 400kr/m2	106,00	m2				0	400,00	42 400	42 400
	70	sockellister dito	73,00	m1	0,070	5,1	17,00	1 241		0	3 305
	70	undertak	115,00	m2				0	375,00	43 125	43 125
	70	målning BRA	115,00	m2				0	150,00	17 250	17 250
	70	utrustning i HWC	2,00	omg	2,000	4,0	2 000,00	4 000		0	5 616
	70	penry	2,00	st	8,000	16,0	15 000,00	30 000		0	36 464
	70	dito stänkskydd	5,00	m1				0	300,00	1 500	1 500
						<b>25,1</b>					<b>179 760</b>
	<b>71</b>	<b>Keramiska plattor</b>									
	71	klinkergolv i trapphus barnvagn o städ	77,00	m2				0	750,00	57 750	57 750
	71	dito sockel	58,00	m1				0	175,00	10 150	10 150
	71	klinker i hall 1,5m2/st	9,00	m2				0	900,00	8 100	8 100
	71	TG list mot parkett	11,00	m1				0	150,00	1 650	1 650
	71	stänkskydd i kök	40,00	m1				0	300,00	12 000	12 000
	71	klinkergolv i 6st bad/tvätt	38,00	m2				0	950,00	36 100	36 100
	71	kakel i 6st bad/tvätt	155,00	m2				0	650,00	100 750	100 750
	71	klinkergolv i 2st WC	4,00	m2				0	800,00	3 200	3 200
	71	kakel i 2st WC	29,00	m2				0	550,00	15 950	15 950
											<b>245 650</b>
	<b>72</b>	<b>Golvtytskikt</b>									
	72	parkett i LGH	475,00	m2				0	310,00	147 250	147 250
											<b>147 250</b>
	<b>74</b>	<b>Undertak</b>									
	74	absorbenter i trapphus	70,00	m2				0	400,00	28 000	28 000
											<b>28 000</b>

V:\Lund Gemensam\Anbud\Kalkyl\Kalkyl 2015\Div 2015\Utbildning.PLX  
BidCon BYGG 6.89

Sida 6 av 9

Utskriven 2015-08-13 11:18:17 av Veidekke Entreprenad AB, Skåne



Nettokalkyl

Projektkod		Projektbenämning		Ort		Beställare					
Demo		Demohus									
Urval		Datum		Räknat		Kontrollerat		Sida			
		2015-08-04						7			
Anmärknin g	BD	Benämning	Mängd	Enhet	Tid [tim/enh]	Tid [tim-tot]	Material [kr/enh]	Material [kr-tot]	UE [kr/enh]	UE [kr-tot]	Nettopris [kr-tot]
<b>75 Måling</b>											
75		BRA ex lokaler o flaktrum	660,00	m2				0	250,00	165 000	165 000
75		Dammbindning UC / EL	11,50	m2				0	90,00	1 035	1 035
											<b>166 035</b>
<b>76 Vita varor</b>											
76		häll + ugn + DM + K/S + Kyl + TM + TT	6,00	st				0	30 000,00	180 000	180 000
76		läckbricka	18,00	st				0	150,00	2 700	2 700
											<b>182 700</b>
<b>77 Skåp och inredningssnickerier</b>											
77		Koksinredning	6,00	st	18,000	108,0	18 000,00	108 000		0	151 632
77		Högsåp	33,00	st	1,000	33,0	1 000,00	33 000		0	46 332
77		kommod o badrumsskåp	6,00	st	2,500	15,0	4 000,00	24 000		0	30 060
77		skåp i tvätt	6,00	omg	2,500	15,0	2 500,00	15 000		0	21 060
											<b>171,0</b>
											<b>249 084</b>
<b>78 Rumskomplettering i LGH</b>											
78		sockellister	425,00	m1	0,060	25,5	17,00	7 225		0	17 527
78		sakvaror i BAD/TVÄTT	6,00	omg	0,800	4,8	500,00	3 000		0	4 939
78		sakvaror extra WC	2,00	omg	1,000	2,0	800,00	1 600		0	2 408
78		duschvägg	6,00	st	1,800	10,8	2 000,00	12 000		0	16 363
78		KLK hyllor	6,00	omg	2,000	12,0	1 500,00	9 000		0	13 848
78		kapphylla	6,00	st	0,460	2,8	550,00	3 300		0	4 415
78		fönsterbänkar	95,00	m1	0,270	25,7	330,00	31 350		0	41 713
											<b>83,5</b>
											<b>101 213</b>
<b>78 Rumskomplettering övrigt</b>											
78		städ	1,00	st	1,700	1,7	1 700,00	1 700		0	2 387
78		torkmatta	2,00	st	2,000	4,0	4 000,00	8 000		0	9 616
78		postfack,tidningshållare mm	8,00	st	0,500	4,0	550,00	4 400		0	6 016
78		trapphus tavla mm	1,00	omg	2,000	2,0	2 500,00	2 500		0	3 308
78		skyltar	16,00	st	0,100	1,6	90,00	1 440		0	2 086
											<b>13,3</b>
											<b>23 413</b>
<b>84 Sanitet / värme</b>											

V:\Lund Gemensamt\Anbud\Kalkyl\Kalkyl 2015\Div 2015\Utbildning\PLX BidCon BYGG 6.89

Sida 7 av 9

Utskriven 2015-08-13 11:18:17 av Veidekke Entreprenad AB, Skåne

Nettokalkyl

Projektkod		Projektbenämning		Ort		Beställare					
Demo		Demohus									
Urval		Datum		Räknat		Kontrollerat		Sida			
		2015-08-04						8			
Anmärknin g	BD	Benämning	Mängd	Enhet	Tid [tim/enh]	Tid [tim-tot]	Material [kr/enh]	Material [kr-tot]	UE [kr/enh]	UE [kr-tot]	Nettopris [kr-tot]
84		VS	8,00	omg				0	77 000,00	616 000	616 000
											<b>616 000</b>
<b>85 Kyla / luft</b>											
85		vent	8,00	omg				0	50 000,00	400 000	400 000
											<b>400 000</b>
<b>86 EI</b>											
86		EL	8,00	omg				0	63 000,00	504 000	504 000
											<b>504 000</b>
<b>87 Hiss</b>											
87		hiss	1,00	st				0	275 000,00	275 000	275 000
											<b>275 000</b>
<b>90 Projektering</b>											
90		Arkitekt samt konstruktör	1,00	st				0	400 000,00	400 000	400 000
90		ljud,energi,brand,tillgänglighet,geoteknik mm	1,00	omg				0	150 000,00	150 000	150 000
											<b>550 000</b>
<b>92 Lås</b>											
92		entrédörrar	2,00	st				0	3 000,00	6 000	6 000
92		butiksdörrar	2,00	st				0	3 000,00	6 000	6 000
92		UC/EL/Barnvagn	3,00	st				0	2 700,00	8 100	8 100
92		fönsterdörrar	6,00	st				0	600,00	3 600	3 600
92		fåmburdörrar	8,00	st				0	1 700,00	13 600	13 600
92		innerdörrar	31,00	st				0	400,00	12 400	12 400
92		städrumsdörr	1,00	st				0	400,00	400	400
92		luckor till installnischer i trapphus	6,00	st				0	700,00	4 200	4 200
92		automatik	2,00	st				0	22 000,00	44 000	44 000
											<b>98 300</b>
<b>93 Infästningsdetaljer</b>											
93		antal	8,00	st			1 500,00	12 000		0	12 000
											<b>1 998,2</b>
											<b>3 732 934</b>
											<b>5 291 975</b>
											<b>9 832 169</b>
<b>100 Omkostnader och slutside</b>											

V:\Lund Gemensamt\Anbud\Kalkyl\Kalkyl 2015\Div 2015\Utbildning\PLX BidCon BYGG 6.89

Sida 8 av 9

Utskriven 2015-08-13 11:18:17 av Veidekke Entreprenad AB, Skåne

**Nettokalkyl**

Projektkod		Projektbenämning		Ort		Beställare					
Demo		Demohus									
Urväl				Datum		Räknet		Kontrollerat		Sida	
				2015-08-04						9	
Anmärkning	BD	Benämning	Mängd	Enhet	Tid [tim/enh]	Tid [tim-tot]	Material [kr/enh]	Material [kr-tot]	UE [kr/enh]	UE [kr-tot]	Nettopris [kr-tot]
	100	omkostnader						0		0	0
	100	tjänstemän						0		0	0
	100	garantiarbete, försäkring						0		0	0
	100	TB						0		0	0
	100	påslag på nettokalkyl ovan 35%	0,35	%	1 998,000	699,3	3 732 934,00	1 306 527	5 291 975,00	1 852 191	3 441 235
<b>Totalt</b>						<b>2 697,5</b>	<b>5 039 460</b>	<b>7 144 166</b>	<b>13 273 404</b>		