



**KTH Arkitektur  
och samhällsbyggnad**

# Byggproduktionsplanering

En studie av metoder och verktyg

## Construction production planning

A study of methods and tools

**Godkännandedatum:** 2012-06-19

**Författare:** Adam Lennartsson  
Björn Bruér

**Uppdragsgivare:** MVB Öst AB  
**Handledare:** Tobias Lundberg MVB Öst AB  
Bengt Adolphi KTH

**Examinator:** Per Roald, KTH ABE

**Examensarbete:** 15 högskolepoäng inom Bygg och Design Programmet

**Serienummer:** 2012;17



## Sammanfattning

Examensarbetet redogör för byggproduktionsplanering med en fördjupning inom tidsplaneringsmetoder- och verktyg, vilka kan användas som hjälpmedel inom området.

Inom fördjupningen gjordes två praktiska försök och intervjuer genomfördes för att få en verklig bild av hur planeringen fungerar, samt för att få feedback på försöken.

Arbetet resulterade i slutsatsen att olika planeringsmetoder bör användas i olika skeden av byggproduktionsplaneringen, samt att de olika planeringsmetoderna är till olika nytta för de varierande arbetsrollerna i en byggorganisation.

Man kan med fördel använda sig av en kombination av planeringsmetoderna, CPM, LOB och den relativt okända "Kontinuitetsmetoden" när man planerar och styr sin byggproduktion. Till sin hjälp bör Microsoft Excel och det mer produktionsanpassade programmet PlanCon + väljas.

Efter ett försök i arbetet att upprätta en 3D APD-plan med hjälp av verktyget Google Sketch Up, rekommenderas det varmt. Ett kostnadseffektivt verktyg som skapar en mer än det kostar.

Nyckelord: Byggproduktionsplanering, tidsplanering, planeringsmetoder, Gantt, LOB, CPM, planeringsverktyg, byggproduktionsplaner.



## **Abstract**

The thesis describes the construction production planning, with focus in planning methods- and tools that can be used as an aid in the field.

Within the recess, two practical tests and a couple of interviews were conducted to get an actual picture of how the planning works in the field, and to get feedback on the tests.

This work resulted in the conclusion that different planning methods, should be used at various stages of the construction production planning, and that diverse methods have different benefits for different actors in the construction organization.

One can usefully use a combination of the planning methods, CPM, LOB and the relatively unknown “Continuity method” when planning and controlling a construction project. For support in this work, Microsoft Excel and the more customized program PlanCon + should be used.

After an attempt to create a 3D WPA-plan, using the Google SketchUp software, we strongly recommend it. SketchUp is a cost effective tool that creates more than it costs.

Keywords: Construction production planning, scheduling, planning methods, Gantt, LOB, CPM, planning tools, construction plans.



## Förord

Detta examensarbete har genomförts som den slutliga examinationsuppgiften vid författarnas utbildning i Byggteknik och Design programmet vid KTH Haninge under perioden mars till juni månad, år 2012.

Arbetet är grundat i tidigare studier under utbildningen inom produktionsplanering och har sedan utvecklats genom faktainsamling, försök och analyser inom ämnet. Under utbildningens ordinarie undervisning inom tidplanering erhöles grundtankarna för planering medan examensarbetet syftat till att studera och utvärdera de metoder och program som i dagens läge är aktuella i branschen.

Författarna vill tacka samtliga inblandade i examensarbetet. Stort tack till vår handledare vid KTH, Bengt Adolfi som bistått med värdefulla tips och erfarenheter samt väglett oss i vårt arbete. Vi vill även tacka Tobias Lundberg, vår handledare på MVB Öst för ett bra samarbete och den kunskap vi fått ta del av inom såväl planering som entreprenörskap, och produktion i allmänhet, samt Mats Johansson och Börje Andersson vid projekt Kv. Skuleskogen för deras medverkande.

Vidare vill författarna framföra sitt tack till Helena Markgren vid Consultec och Patrik Mälarholm från VICO Software, för deras stöd vid användning av deras programvaror.

Slutligen vill vi tacka examinator Per Roald och exjobbsansvarige Sten Hebert för ett gott samarbete och en god respons vid frågeställningar och avrapporteringar.

Haninge, maj 2012

Adam Lennartsson

Björn Bruér

---

---





## Begreppsförklaring

2D	Två dimensioner
3D	Tre dimensioner
4D	Fyra dimensioner
5D	Fem dimensioner
AB 04	Allmänna bestämmelser 04
AC	Arbetschef (även: entreprenadchef, projektchef)
AMA	Allmänna material och arbetsbestämmelser
APD-Plan	Arbetsplatsdispositions plan (även: placeringsritning)
BF9K	Certifieringssystem inom ledning och produktion
BIM	Building information modelling
C-kurs	Svårighetsnivå på kurs
CPM	Critical Path Method (även: Kritiska linjen)
EI	Entreprenadingenjör
ISO	International standard organisation
KMA	Kvalitet, miljö och arbetsmiljö
LOB	Line of balance (även: lägesbaserad planering)
Moment 22	Cirkelberoende/referens
MSP	Microsoft Project
PC	Produktionschef (även: platschef)
PDF	Adobe Acrobat filformat
PERT	Project Evaluation and Review Technique (även: Projektutvärdering och granskningsteknik)
Pl.ing.	Planeringsingenjör
Pr.ing.	Projektingenjör (även: platsingenjör)
SH	Senast händelse
S-kurva	Planeringskurva
TH	Tidigast händelse
WBS	Work breakdown structure
VD	Verkställande direktör
VVS	Ventilation, värme och sanitet
WPA-Plan	Workplace arrangement plan (även: APD-plan)

# Innehåll

1.	Inledning.....	1
1.1.	Bakgrund.....	1
1.2.	Målformulering.....	1
1.3.	Avgränsning.....	1
1.4.	Lösningsmetoder.....	2
2.	Nulägesbeskrivning.....	3
3.	Teoretisk referensram.....	5
4.	Faktainsamling.....	7
4.1.	Varför planera?.....	7
4.2.	Tankesätt i planeringen.....	7
4.2.1.	Lean.....	7
4.2.2.	Mål.....	9
4.3.	Organisation.....	9
4.4.	Förutsättningar.....	10
4.5.	Planeringsmetoder.....	10
4.5.1.	Generellt om planering.....	10
4.5.2.	Stapeldiagram (Gantt-schema).....	12
4.5.3.	Kontinuitetsmetoden (Komprimerad Gantt).....	13
4.5.4.	Nätverksplanering (Network diagram).....	14
4.5.5.	Kritiska linjen (Critical Path Method).....	15
4.5.6.	Projektutvärdering och granskningsteknik (Project Evaluation and Review Technique).....	18
4.5.7.	Lägesbaserad tidsplanering (Line of Balance).....	19
4.5.8.	Hastighetsdiagram (S – kurva).....	20
4.6.	Olika planer för planering av produktion.....	21
4.6.1.	Tidplan.....	21
4.6.2.	Resursplan.....	22
4.6.3.	Maskinplan.....	23
4.6.4.	Materialplan.....	23
4.6.5.	APD-plan.....	24
4.6.6.	Riskplanering.....	25
4.6.7.	KMA-plan.....	25
4.7.	Planeringsverktyg.....	25
4.7.1.	Microsoft Excel.....	25

4.7.2.	Microsoft Project .....	27
4.7.3.	PlanCon +.....	28
4.7.4.	VICO Control.....	31
4.7.5.	CRAMO APD .....	33
4.7.6.	Google SketchUp .....	34
5.	Genomförandet.....	37
5.1.	Försök .....	37
5.1.1.	Försök 1 - Metoder och verktyg för tidsplanering .....	37
5.1.2.	Försök 2 - Verktyg för arbetsplatsdisposition .....	39
5.2.	Intervjuer.....	40
6.	Resultat.....	43
6.1.	Försök 1 .....	43
6.2.	Försök 2 .....	48
6.3.	Intervjuer.....	49
7.	Analys.....	53
7.1.	Tankesätt i planeringen .....	53
7.2.	Planeringsmetoder.....	54
7.3.	Planer i byggproduktionen .....	55
7.4.	Planeringsverktyg .....	56
7.5.	Försök 1 och 2.....	57
7.6.	MVB .....	57
8.	Diskussion och slutsatser .....	59
9.	Rekommendationer .....	61
9.1.	MVB .....	61
9.2.	Vidare studier .....	61
	Referenser.....	63
	Tryckta källor .....	63
	Elektroniska källor .....	63
	Webbsidor.....	64
	Muntliga källor.....	65
	Bilagor.....	0



# 1. Inledning

## 1.1. Bakgrund

Den allra sista kursen på högskoleingenjörsprogrammet byggt teknik och design vid KTH Haninge, heter Examensarbete 15hp. Kursen tillika examensarbetet går ut på att studenterna, parvis skall hitta på en uppgift tillsammans med ett företag som de sedan kan fördjupa sig i och författa en rapport om. Arbetet skall visa prov på under utbildningen tidigare förvärvad kunskap och vara ingenjörsmässigt utfört. Efter slutfört och godkänt arbete har man knutit ihop utbildningen, skaffat sig bra kontakter ute bland byggföretagen och kan dessutom ansöka om examen. För att definiera och sälja in sitt arbete skall eleverna författa en förstudie som examinatorn skall godkänna för att arbetet skall få påbörjas.

Företaget som examensarbetet kommer att utföras i samarbete med heter MVB Öst (nedan kallat företaget). Företaget är ett medelstort byggföretag med stor potential och höga ambitioner. Idag har företaget ingen planeringsingenjör, och inte heller någon planeringsavdelning. Det betyder att de ofta hyr in konsult hjälp inför byggstart, men de skulle även behöva stöd under produktionen. Här ser arbetschef Tobias Lundberg stora förbättringsmöjligheter.

## 1.2. Målformulering

Målet med examensarbetet är att skapa en ingenjörsmässig och vetenskapligt korrekt rapport som bygger på tidigare- och nyförvärvad kunskap, vilka appliceras på verkliga problemställningar. Arbetet skall således redogöra för befintliga teorier inom området såväl som det skall bidra till utvecklingsmöjligheter inom detta.

Förhoppningen är att arbetet skall leda till en vetenskaplig redogörelse av de olika planeringsmetoder och teorier som återfinns inom dagens byggproduktion, samt metoder och verktyg för att använda dessa i det aktiva arbetet i olika byggprojekt, genom att applicera dessa på ett verkligt projekt.

### Mätbara mål

- Inhämta kunskap inom byggproduktionsplanering.
- Fördjupa oss inom aktuella planeringsmetoder.
- Fördjupa oss inom programverktyg för byggproduktionsplanering.
- Jämföra de studerade metoderna och verktygen.
- Diskutera och analysera användande och framtida utveckling inom området.
- Värdera de jämförda alternativen samt komma med rekommendationer.

## 1.3. Avgränsning

Eftersom detta arbete har en begränsad tid till 10 veckor kan inte alla delar av byggproduktionsplaneringen tillgodas. Den första avgränsningen kommer därför bli till endast nyproduktion och tidsplanering av hus. Den andra avgränsningen kommer ske under försöksdelen. Där kommer endast produktionstidplanen för kvarteret Skuleskogen analyseras och ett försök att tidsplanera denna med hjälp av de metoder som framkommer under arbetets gång att genomföras. Den tredje avgränsningen blir att endast ett fåtal programvaror för datorstöd kommer att granskas då varken tid för att skaffa licenser eller testa allt för många program finns. Den sista avgränsningen blir att många av bilderna i rapporten kommer att

fungera i endast illustrativt syfte, därför behövs inte alla delar på bilderna kunna utläsas. Budskapet med bilderna är att förståelsen av texten samt att helheten av bilden skall uppfattas.

#### **1.4. Lösningsmetoder**

Under arbetet kommer litterära verk att studeras i form av böcker och webbsidor, vilka kommer redogöras för i faktainsamlingen. Detta för att inhämta den teoretiska kunskapsbas om de olika metoderna som krävs för att kunna avhandla dem. Dessa lösningsmetoder är tillförlitliga på så vis att författarna med eget omdöme får avgöra källornas tillförlitlighet, men detta är även en av lösningsmetodernas svagheter då vissa källor kan vara något förlegade och gamla medan andra kan vara grundade på personliga åsikter och inte så vetenskapliga som vore önskvärt. Litteraturstudien är dock en allmänt vedertagen metod i uppsatsskrivande och har därför använts, med noggranna referensföringar i rapporten.

Program för tidsplanering och modellering av APD-planer kommer även att testas och analyseras för att skaffa inblick i hur programmen fungerar och ser ut i dagsläget. Programstudien genomförs även för att omsätta de inhämtade teoretiska kunskaperna i någon form av praktik för att kunna göra en rättvisare analys. Denna lösningsmetod kan anses fördelaktig då författarna inhämtar praktiska kunskaper om huruvida planeringsmetoderna fungerar och får en känsla för planeringsförfarandet och arbetsprocessen med de olika programmen. Dock kan detta leda till att en viss subjektiv bedömning sker i analysen av de olika programmen eftersom författarna under arbetets gång skapar egna erfarenheter och därför inte kan återge en lika objektiv bedömning av de olika planeringsmetoderna och programmen.

Under arbetets gång kommer även möten att hållas med respektive handledare och examinator för uppföljning och idéframtagning, intervjuer att hållas med personer på företaget samt mässbesök görs på Nordbyggmässan för att skaffa bättre överblick över aktuella programvaror att testa i projektet. Dessa lösningsmetoder är även de allmänt vedertagna vid uppsatsförfaranden och används därför som referensmetoder där företagets intresse stäms av inför rapportens upplägg och fokus på tidsplanering. Metoden bidrar även denna till en viss subjektivitet i beskrivningen av de olika metoderna och programmen (Andersen, Schwencke 2009)

## 2. Nulägesbeskrivning

MVB Öst som författarna till denna rapport skriver i samarbete med, ingår i en större koncern som ägs av Gullringsbo egendomar. Koncernen består av fyra delar, Svenska hus som är koncernens fastighetsbolag, MVB holding som står för bygg och anläggningsentreprenaderna, skogsbolaget Forestry som äger och förvaltar skog i Lettland, maskinuthyrningsföretaget Wangeskog samt en kapitalförvaltningsdel. Under MVB holding återfinns utöver MVB - Öst, även -syd, -väst och Astor bygg. Samtliga dessa bolag agerar genom en egen organisation med en VD och ledning för respektive företag.

MVB, som är byggdelen, startades i Skåne på 60-talet och har efter det växt genom uppköp och sammanslagningar. Företagets tanke är att bedriva byggverksamhet i alla storstadsregioner och där vara en nytänkande och ett annorlunda alternativ till de större byggföretagen. Där kraften i form av storbolagets styrka och det lilla lokala bolaget skall leda till ett attraktivt byggföretag. MVB skall bedriva entreprenadverksamhet men även bygga genom totalentreprenad åt fastighetsbolaget Svenska hus. I dagsläget har MVB ca 300 anställda med omsättning på 1,2 miljarder.

År 2002 kom Östbergs bygg in i MVB-koncernen och blev 2008 MVB Öst. MVB Öst verkar inom nyproduktion, restaurering samt om- och tillbyggnad. Författarna till rapporten har enbart haft kontakt med affärsområdet nyproduktion och arbetschef Tobias Lundberg. MVB Öst nyproduktion bygger allt från flerfamiljsbostäder till ålderdomshem. VD för MVB Öst heter Per Ununger och deras omsättning ligger omkring 200 miljoner med ett 50-tal anställda. MVBs mål är att varje delföretag skall ha en omsättning kring 750 miljoner.

Idag har inte företaget någon egen planeringsavdelning utan grundplaneringen av nya projekt görs av konsulter som med stöd av platschefen lägger basen inför byggstart. Det resulterar i att platschefen är i flera projekt samtidigt och man detaljplanerar när nya bygget har startat. När de hyr in konsulter har i t.ex. Kv. Skuleskogens huvudtidplan levererats med planeringstekniken nätplanering. I den övriga planeringen används oftast planeringstekniken Gantt och sköts av arbetsledning och platschef. Programvaror de använder idag är främst Microsoft Excel och PlanCon.

MVB Öst tillhandahåller fortgående utbildning inom planering och programvaror för de anställda, men ser en framtid med en eller flera anställda planeringsingenjörer. De ser ett behov av att detaljanalysera aktiviteter och följa upp avslutat arbete för att dels säkra tidplanen, avlasta platschef och för att göra besparingar och effektivisera produktionen. I framtiden vill företaget gärna använda sig av 3D modellering och nya moderna verktyg men vill inte dra den långsamma utvecklingen utan hellre använda sig av befintlig beprövad metodik. De är däremot mer än nyfikna på nytänkande och effektiviserande idéer (MVB i Korthet, 2011/2012) samt (Intervjuer och information från arbetschef Tobias Lundberg).





### 3. Teoretisk referensram

Denna rapport, är grundad i en C-kurs som hålls vid KTH Haninge. C- kursen heter Byggstyrning och syftar till att lära den studerande att styra ett bygge i flera olika aspekter, däribland genom tidsplanering och genom upprättande av ett flertal olika planer så som APD-plan, arbetsberedning och liknande.

Författarna fattade efter kursen intresse för tidsplanering inom byggproduktionen och bestämde sig därefter för att fördjupa sig inom angivet område i sitt examensarbete. Detta intresse utökades under kursen ”Planering av ett byggprojekt”, även det en C-kurs, där de studerande på egen hand, kalkylerar och planerar ett verkligt byggprojekt.

I de båda ovan nämnda kurserna bekantade sig författarna med diverse metoder och verktyg som användes inom detta område och frågeställningar uppstod om huruvida utvecklingar och historik inom området såg ut, samt hur företagen ute i branschen använde sig av dessa olika metoder och verktyg.

Planeringsmetoderna som kursen byggstyrning tog upp, var huvudsakligen CPM- och Gantt-metoden, den förstnämnda hävdades dock vara den allra bästa vid planering av ett byggprojekt och där av användes den till allra största del. Efter kursen hade vi studenter en god inblick hur man gick tillväga vid planering med hjälp av CPM, och till viss del även Gantt. Dessa teoretiska grunder har påverkat och vävts in i analysdelen av rapporten. Under kursen planering av ett byggprojekt, planerades ett bygge från grunden och framåt. Där införskaffades kunskap om de olika planer som behövde upprättas inför produktionen. I denna kurs användes även PlanCon som även i denna rapport har testats och utvärderats, dock i en annan, uppdaterad programversion.

För att kunna göra en rättvisande analys och jämförelse mellan de olika metoder och verktyg som idag är aktuella inom branschen måste en stabil teoretisk grund införskaffas. De olika metoderna måste studeras objektivt och kritiskt för att kunna jämföras och redovisas vetenskapligt.

Fakta behöver inhämtas om de vanligaste planeringsmetoderna som uppkommit under förstudien, de är som följer. Gantt-metoden, där man planerar horisontellt utan logiska bindande samband. Kritiska linjen (CPM), där man använder sig av logiska samband för att styra planen och låsa aktiviteterna i tiden, samt analyserar vilka aktiviteter som är kritiska för ett projekt. Kontinuitetsmetoden, som grundar sig i Gantt-metoden men är mer komprimerad i sin layout och innehåller mer information om t.ex. lägen. Lägesplanering (LOB) där man planerar ett projekt vertikalt med plats och tid för varje aktivitet. Hastighetsdiagram (S-kurva) som används för linjära aktiviteter och tidsavstämningar.

För att sedan applicera dessa metoder i praktiken behöver kunskaper inom de olika verktygen inhämtas och redogöras för. De olika program som kan vara av intresse enligt förstudien är som följer. Microsoft Excel, där man ofta planerar i Gantt och mindre komplicerade planer tas fram. Microsoft Project, som är ett mer projektspecificerat program vilket används för nätplanering av projekt. PlanCon +, som är ett planeringsprogram speciellt för byggproduktion med möjligheter att planera i såväl nätplan med CPM som lägesplanering. Slutligen bör ytterligare ett liknande program testas för att göra en mer objektiv analys och slutsats. VICO Control är ett bra alternativ som bör studeras och analyseras för att ge den bredd som eftersträvas med rapporten.

För att uppnå en helhet och en rödtråd av rapporten och för att verkligen förstå vikten av tidsplanering och moderna verktyg, studeras bakgrunden till planeringsmetoderna samt den övergripande processen av byggproduktionsplaneringen.



## 4. Faktainsamling

### 4.1. Varför planera?

Syftet med produktionsplanering är att försöka reda ut och förutse vilka resurser och insatser det planerade byggprojektet erfordrar, samt vilken kunskap och vilka stöd som kommer behöva införskaffas (Broms 1964). Planeringen syftar även till att skapa så produktiva arbetssätt som möjligt (Adrian 1973).

*”Arbetsplanering är ett medel för att öka produktiviteten, minska byggnadstiden och effektivisera arbetet” (Näslund 1962, 150).*

Produktionsrådets definition av arbetsplanering är som följer:

*”Att förutse, organisatorisk och metodmässigt utforma och i tiden planera alla de åtgärder, vilka för ett aktuellt objekt krävs för att byggandet skall ge ett tekniskt och ekonomiskt gott resultat” (Näslund 1962).*

Noggrann planering kommer bli allt viktigare framöver då maskinkostnader ökar, stora vinster görs vid kortare byggtider och många aktörer verkar på samma plats, vilket kräver en omfattande samordning (Näslund 1962).

En studie i USA har gjorts av US Department of commerce, visar att byggindustrins produktivitetsutveckling sen 1929 har varit mycket sämre än tillverknings-, gruv-, skogs och transportindustrins. Byggindustrin ligger flera procent efter utvecklingsmässigt. Vad detta beror på är inte entydigt men en anledning sägs vara otillräcklig planering och struktur (Adrian 1973).

Planeringen av ett byggprojekt är hårt knutet till byggkostnaderna, då en överskriden produktionstid kan resultera i att beställare kan komma att stämma entreprenören. Det kan också leda till att entreprenören får mer betalt i form av incitament, för att ha slutfört arbetet i förtid (Fisk 1997).

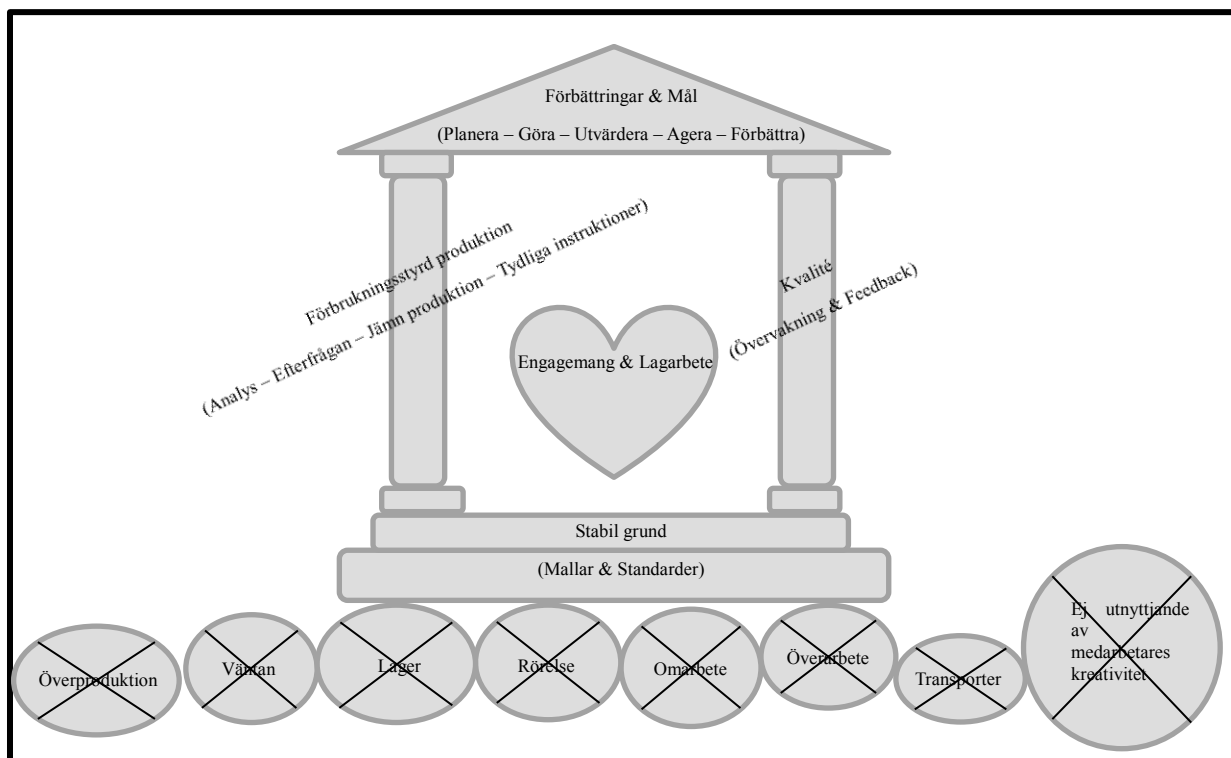
### 4.2. Tankesätt i planeringen

#### 4.2.1. Lean

Byggindustrin skapar en ny fabrik inför varje ny produkt de skall skapa och bedriver den mesta utvecklingen i projektform. Resurser i byggindustrin är ofta människor. Ingen produktion är en annan lik och väldigt få standardiserade arbetssätt existerar. Dessa är några av orsakerna till varför man menar att produktiviteten i byggindustrin ligger långt efter tillverkningsindustrin. Lean kan hjälpa byggföretag att förbättra kvalitet och produktivitet. Emelie Hamon och Caroline Jarebrant skriver i boken effektivt byggande- utmana dina processer att:

*”En tumregel för tillverkningsindustrin är, att vid övergång från traditionell massproduktion med många mellanlager till Lean produktion, fördubblas produktiviteten i hela systemet, samtidigt som genomloppstiden i produktionen och lagernivån kan minskas med upp till 90 % ” (Hamon, Jarebrant 2007).*

Grunden till Lean är att undvika och motverka slöseri i produktionen. Slöseri definieras i Lean som 7+1, överproduktion, väntan, lager, rörelse, omarbete, överarbete, transporter och ej utnyttjande av medarbetares kreativitet. Toyota var företaget som startade och uppfann Leans tankesätt, sedan har det utvecklats av Glen Ballard med flera för att bli mer lämpat för byggindustrin och kallas numera Lean-produktion eller Lean-construction. För att förklara hur Lean skall tillämpas, användas och utvecklas, används ett illustrativt tempel. Templet består



**Figur 1 Leantempel (Word)**

av en stabil grund som symboliserar mallar, standarder och ett stabilt arbetssätt. Taket symboliserar tydliga och höga mål. Pelarna står för kvalitet och förbrukningsstyrd produktion. I taket står det även förbättringar och det svarar mot framåtsträvan. Hjärtat, och i centrum av templet, står engagemang och lagarbete.

Om företag vill implementera Lean-tänket skall man använda sig utav templets delar. För att bygga den stabila grunden finns det några Lean-verktyg. 5S är det ena och det står för sortera, strukturera, städa, standardisera och skapa vana. Ett annat är visuell planering, där man jobbar med mänskliga faktorer och synliga- samt enkla arbetsmetoder. Den vänstra pelaren skapas genom att analysera produktionsflödet, arbeta med efterfrågade behov, jämn produktion, ett arbete åt gången och tydliga instruktioner. Den högra, kvalitetspelaren, nås genom att man snabbt upptäcker avikelser genom övervakning samt ger mycket feedback. Sista delen är taket och det innehåller förbättringar, dessa förbättringar uppnås genom en arbetsprocess som kallas planera, gör, utvärdera, agera och förbättra (Hamon, Jarebrant 2007).

Ett verktyg inom Lean är visuell planering som är en levande och mer kreativ planeringsmetod. Den utnyttjar inte nya datorprogram eller toppmoderna tekniker utan lutar sig tillbaka på människan och lagarbete. Metoden grundades av ett konsultföretag från Japan för att effektivisera bilindustrin. Visuell planering har prövats i byggbranschen av företaget Peab. Resultatet blev lyckat, framförallt i projekteringsstadiet. Produktionen var det svårare att mäta resultatet i. Metoden fungerar så att man använder sig av stora pappersplanscher varpå man klistrar fast post-it lappar. Grundtanken är att väcka diskussion mellan kollegor då alla enkelt ska kunna delta i planeringen med denna mer praktiska planeringsmetod (Väg- och vattenbyggaren nr 2 2006).

#### 4.2.2. Mål

Ett sätt att specificera sitt mål är att sätta upp smarta mål (Ledarna 2012-03-29).

S = Specifika  
M = Mätbara  
A = Acceperade  
R = Realistiska  
T = Tidssatta

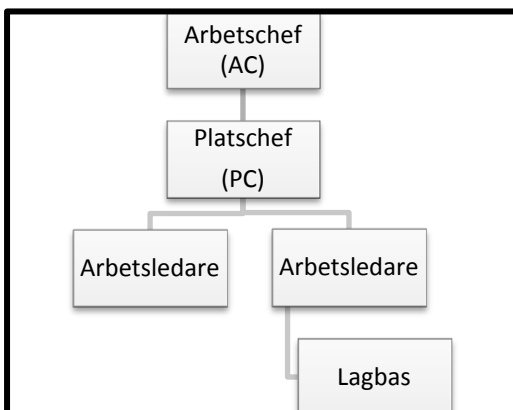
Ett annat sätt att definiera ett projekt och dess mål är enligt modellen nedan (Haughey 2012-03-29).

<u>Engelska</u>	<u>Svenska</u>
B = Background	B = Bakgrund
O = Objectives	O = Mål
S = Scope	S = Omfattning
C = Constraints	C = Begränsningar
A = Assumptions	A = Antaganden
R = Risks	R = Risker
D = Deliverables	D = Resultat

#### 4.3. Organisation

En byggproduktionsorganisation bör bestå av arbetschef, platschef, arbetsledare, lagbas och yrkesarbetare, för att drivas framåt enligt en studie gjord av ett projekt som kallas nova G (Bergh, Persson 2012-03-29).

Det finns inte en specifik organisation som alltid används, utan det beror på flera faktorer som storlek och svårighet på projektet. Det viktigaste är att alla olika befattningar är med och bidrar till planeringen, från yrkesarbetare till arbetschef (Nordstrand, Révai 2002). Nya byggprojekt innebär nya människor och samarbeten vilket ställer stora krav på ledarskap. Som stöd till byggproduktionen finns många inblandade personer som entreprenadingenjörer, planeringsingenjörer, miljö och kvalitetsansvariga med många fler. Högst ansvarig på bygget är alltid platschefen. Platschefen har befogenhet att delegera arbete. Ett verktyg för att delegera arbete och fördela ansvar är att använda en mall, i den kan alla inblandade parter tydligt se vem som ansvarar för vad. För att visa hur organisationen ser ut bör en organisationsplan upprättas. Som komplement till organisationsplanen kan en befattningsbeskrivning skapas där man tydligt anger befogenheter och roller. En tumregel är att för få arbetsledare skapar ineffektivitet och dålig mentalitet hos yrkesarbetarna (Bergh, Persson 2012-03-29) samt (Nordstrand, Révai 2002).



Till exempel kan arbetschefen ge platschefen i uppgift att driva och ansvara för ett bygge. Platschefen tillsätter exempelvis två arbetsledare, en för stomme och en för stomkomplettering. Lagbasen stöder arbetsledaren ute på fältet, och fungerar som kommunikationen mellan yrkesarbetare och tjänstemän (Bergh, Persson 2012-03-29).

Figur 2 Exempel på organisationsschema (Word)

#### 4.4. Förutsättningar

Efter att byggföretaget vunnit anbudsgivningen och fått det aktuella uppdraget är det dags att starta byggproduktionsplaneringen. Då platschefen fått ett bygguppdrag, är det av största vikt att han sätter sig in i projektet. Innan han fick uppdraget hade någon projektledare eller kalkylator haft det högsta ansvaret att planera och räkna på projektet. Den information de personerna besitter är viktig och måste föras vidare. Kalkylatorn har ofta upprättat mängdförteckning, övergripande tidsplan samt en kalkyl och utifrån dessa handlingar planerar ofta platschefen hela projektet. Andra viktiga förutsättningar är att platschefen får tillgång till kontrakt, tekniska beskrivningar m.m. En ytterligare informationskälla kan vara beställaren, som kan bidra med information om besiktningar och annan samordning som måste till under byggtiden (Nordstrand, Révai 2002).

För att bestämma planeringsteknik och styra bygget krävs stora bygg- och ledaregenskaper. Det finns en mängd verktyg som hjälper till med detta t.ex. svensk byggtjänst. De tillhandahåller all tänkbar information som behövs inom byggprojekt. Allt från mallar till regler. Hus AMA och AB04 är några av en mängd viktiga dokument som en planerare måste känna till och ha tillgång till (Nordstrand, Révai 2002).

Lista på handlingar eller innehåll i förfrågningsunderlag (Nordstrand, Révai 2002):

- Administrativa föreskriften
- Kontrakt
- Mängdförteckning
- Kalkyl
- Ritningar
- Tekniska beskrivningar
- Tekniska utredningar

Lista på verktyg (Nordstrand, Révai 2002):

- Reglemente
- Byggmetoder
- Programvaror
- Arbetsdata

#### 4.5. Planeringsmetoder

##### 4.5.1. Generellt om planering

Alla planeringstekniker förutsätter att man skall driva ett projekt från A till B. De flesta projekt består av mål och syften, men kan ofta beskrivas med något övergripande som t.ex. att bygga ett hus. Huset kan sedan delas in i en mängd olika delar så som grund, stomme, väggar och tak. Även dessa kan delas in till kantelement, gjutning, armering osv. Denna nedbrytning kallas work breakdown structure (WBS) (KAMP 2012-03-29).

Man delar projektet i aktiviteter utifrån när de utförs, vilka resurser som erfordras och dess omfattning. Aktiviteterna används för att planeraren skall få en bättre överblick och chans att planera på rätt nivå så att antagna data blir mer relevanta. Det är enklare att uppskatta resursåtgång för mindre volymer, vilket resulterar i mindre felmarginaler vid planering av projektet om alla ingående aktiviteter är genomgångna och planerade i förväg (Adrian 1973).

Vilken nivå på nedbrytning man skall använda beror helt på vilket projekt det är och i vilket syfte man planerar. Man bör se till så att alla aktiviteter planeras utifrån den detaljnivå som

erfordras. De aktiviteter som förefaller vara av stor vikt för projektets ekonomiska och tidsmässiga resultat bör planeras något noggrannare än sidoaktiviteter som inte har lika stor inverkan på hela projektet (Adrian 1973). En tumregel som är användbar är att en aktivitet längst ner på skalan aldrig skall ta längre tid än två veckor. En annan metod som är bra att använda sig av är att tänka leveranser. Om man som entreprenör skapar en tidplan som en byggherre skall läsa är det bäst att hålla en nivå som byggherren kan visualisera som t.ex. platta, stomme, tak. Om han däremot skall skapa en plan åt snickarna kan han bryta ner det till träreglar och kortlingar (KAMP 2012-03-29).

Planering av byggen inför anbudsskedet är av stor vikt då detta avgör huruvida entreprenören erhåller kontraktet eller inte. I dessa lägen ställs entreprenören inför valet att göra en grov övergripande planering för att minska kostnaderna om så vore fallet att kontraktet inte erhålls. Det kan dock vara viktigt att lägga ned större resurser i detta skede, dels för att skaffa en bättre överblick över projektet och på så vis skapa ett mer exakt anbud vilket kan öka möjligheterna till att ”vinna” anbudsprövningen och även underlätta den eventuella planeringen efter det att kontraktet erhållits. I detta läge bör en avvägning göras om hur mycket resurser som skall läggas ned i anbudsskedet i förhållande till den eventuella vinst eller förlust som kan resultera beroende av huruvida kontraktet erhålls eller inte (Adrian 1973).

Då man planerar ett projekt med ingående aktiviteter bör man ta i beaktning att alla projekt skiljer sig så tillvida att man i det ena projektet kan planera för en större lokal om ett plan medan ett annat innefattar ett höghus med 20 våningar. Dessa faktorer tillsammans med flertalet andra som t.ex. väder och arbetskraft är viktiga att ha i åtanke vid planering då de ofta påverkar tidsåtgången väldigt mycket. Dessa olika faktorer är några av de förklaringar som kan ges till varför branschen inte anses vara lika produktiv som vissa andra. Det går helt enkelt inte att effektivisera och planera processen till sin spets som i t.ex. tillverkningsindustrin.

En stor påverkande faktor är även yrkesarbetaren som utför aktiviteten. Även om noggrant framtagna enhetstider finns för olika aktiviteter så kan de inträffa att yrkesarbetarna hindras av sjukdom eller andra åkommor som orsakar en lägre arbetstakt än ”normalt”, såväl som vissa arbetare kanske presterar bättre än de planerade enhetstiderna. Även detta bör finnas i åtanke vid planeringen (Adrian 1973).

Till skillnad från tillverkningsindustrin är byggindustrin också beroende av arbetarna på så vis att, trots användandet av maskiner och verktyg så krävs det någon för att manövrera dessa. Man kan alltså inte med hjälp av effektivare hjälpmedel optimera processen mer nämnvärt än man kan göra genom att effektivisera den arbetare som i själva verket brukar hjälpmedlet (Adrian 1973).

Då man planerar ett projekt gäller det att optimera aktiviteterna under hela utförandetiden. En fråga som dock uppkommer är huruvida de olika ingående aktiviteterna skall optimeras i förväg och sedan sättas samman för att ta fram projektets huvudplan, eller om projektet skall planeras och aktiviteternas planer brytas ut ur denna. Det mest fördelaktiga vore att initialt upprätta aktiviteterna simultant med projektets huvudplan, för att sätta de tekniska samband som uppstår i en så kallad nätplan. Då strukturen för projektets plan är upprättad kan sedan de ingående aktiviteterna (som redan är planerade) brytas ut och omplaneras vid behov, för att optimera dessa utefter projektets tids- och resursramar. Detta blir då en balansgång mellan detaljeringsgrad och struktur som varierar mellan projekt och aktiviteter såväl som olika planerare och entreprenörer (Adrian 1973).

En fundamental frågeställning då ett projekt planeras är hur mycket resurser som bör läggas

på själva planeringen samt vilken nivå planeringen och dess planer skall läggas på. Givetvis bör man skapa planer med olika detaljnivå för olika syften så som huvudtidplaner för uppföljning av projektets framskridande i förhållande till den totala byggtiden, men även detaljerade rullande tidplaner med dagsplaneringar är viktiga för att kunna följa upp aktiviteter och händelser veckovis (Adrian 1973).

Då man planerar projektet med hjälp av de ingående aktiviteterna bör man först se till att aktiviteterna är någorlunda planerade och uppstyra. För att planera projektet bör samband mellan de olika aktiviteterna tas fram för att skapa den struktur som senare definierar planen. De tekniska sambanden mellan de olika aktiviteterna styr huruvida en aktivitet kan starta före eller efter en annan, eller ev. starta samtidigt och drivas parallellt med en annan aktivitet. T.ex. kan inte innerväggarna monteras på en platta som inte gjutits likväl som plattan inte kan gutas under de resta väggarna. Man bör alltså upprätta samband som definierar turordningen mellan alla de olika aktiviteterna för att kunna se strukturen för projektets plan (Adrian 1973).

#### 4.5.2. Stapeldiagram (Gantt-schema)

Dagens Gantt-scheman grundar sig på Nicole Oresme, en fransman som ställde hastighet i relation till tid redan på 1300-talet. Efter att Oresme lagt grundstenen, tog sig en annan man vid namn William Playfair år 1785 och använde sig av tid och aktivitet istället, dessutom genom liggande staplar. Den struktur som skapades av Playfair liknar helt den struktur som används idag och därför anses han också vara uppfinnare av tekniken (Neutron 2012-03-27).

Det som idag kallas för Gantt-schema, namngavs dock av och gjordes populär av två andra personer under 1900-talet. Dessa två personer var, Henry L. Gantt och Frederick W. Taylor. Tekniken bygger på att man illustrerar arbete och tid i ett diagram som tydligt visar när en aktivitet startas och avslutas (Fisk 1997). På Gantt-schemat visas en aktivitets tid som en stapel precis som ett liggande stapeldiagram. Denna teknik kan fördelaktigt kombineras med en underliggande resursplan (Nordstrand, Révai 2002). Metoden var i stort sett den enda använda metoden inom byggbranschen fram till 1950-talet.

Aktivitet	Vecka 1	Vecka 2	Vecka 3	Vecka 4	Vecka 5	Vecka 6
Platta						
Stomme						
Tak						

Figur 3 Stapeldiagram Gantt (Excel)

I ett Gantt schema planerar man aktiviteterna i ett liggande stapeldiagram där varje aktivitet motsvaras av en stapel som placeras med start och slut efter den

horisontella axeln. Aktiviteterna åskådliggörs med det tänkta tidsbehov och inget mer än när de är planerade i tiden. Denna metod används i stor utsträckning av olika entreprenörer, detta på grund av dess illustrativa enkelhet och det översiktliga upplägget. Aktiviteternas samband redovisas inte och man kan därav inte se hur en eventuell försening eller annan tidsförändring påverkar projektiden och de andra aktiviteterna. Om man inte kan avläsa sambanden blir det väldigt svårt att efter en längre tid förklara varför man valde en viss tidpunkt för en specifik aktivitet (Fisk 1997). Det finns ingen möjlighet att urskilja vilka aktiviteter som är kritiska för projektets sluttid, ett Gantt-schema döljer därför enkelt brister och svagheter i planeringen. Det blir inte heller möjligt att förutspå eller visualisera vad som händer med planeringen om någon aktivitet bli försenad eller avbruten (Nordstrand, Révai 2002). Vanligtvis kan Gantt-schemat kompletteras med en stapel under varje aktivitet där man redovisar hur långt gången aktiviteten är, för att följa upp och stämma av hur produktionen framfar.

Detta är en metod som inte kräver några större ingrepp i själva projektplaneringen (bortsett från förarbete med aktiviteter och tidsberäkningar etc.). Metoden kan dock medföra problem



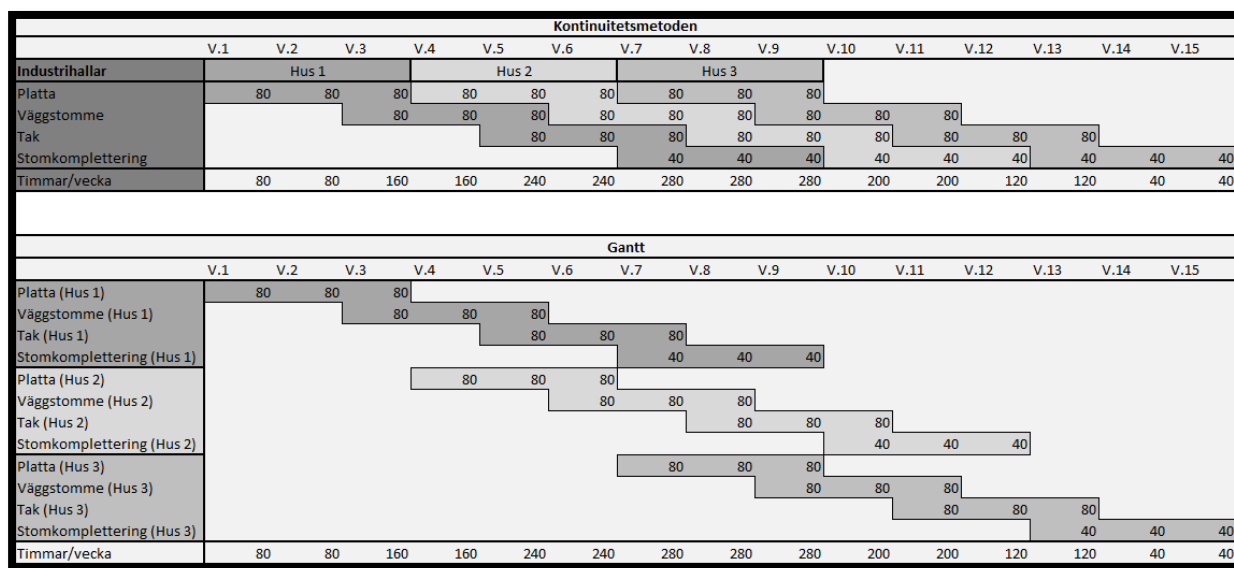
om tidplanen inte följs eller om det aktuella projektet är väldigt omfattande så att översiktligheten försvinner (Adrian 1973).

Arbetsprocess vid planering med Gantt-schema (Nordstrand, Révai 2002):

1. Ett projekt som skall tas A-B
2. WBS
3. Tidsätt aktiviteter
4. Välj start punkt för varje aktivitet

### 4.5.3. Kontinuitetsmetoden (Komprimerad Gantt)

Börje Andersson och Mats Johansson har använt och förbättrat denna metod sedan slutet på 80-talet. Vem som uppfann den eller hur den uppkom har inte kunnat påvisas i detta arbete. Här utgår och stiftar författarna att utvecklaren är Börje Andersson. Hans erfarenhet inom byggproduktion och planering kommer ifrån hans arbete från arbetsledare till arbetschef under många år och tillslut som inhyrd konsult inom planering på det studerade företaget och deras projekt Kv. Skuleskogen. Kontinuitetsmetoden bygger ursprungligen på ett traditionellt Gantt-schema där man inte kan se de logiska sambanden utan endast startpunkt och slutpunkt. Det fundamentala är alltså Gantt metoden men nyheten är att den är ihop tryckt och därav inte upptar lika mycket yta vid utskrift och illustration. Om man till exempel bygger ett femtiotal småhus och planerar det med ett vanligt Gantt-schema skriver man aktiviteterna för hus 1 och sedan kopieras dessa ner till hus två men med en viss förskjutning. Kontinuitetsmetoden fungerar så att man endast har samma aktiviteter och att hus två startar efter hus ett. Då kan man som bilden visar nedan lyfta upp hus två efter hus ett.



Figur 4 Kontinuitetsmetoden (Excel)

På detta sätt spar man utskriftsplats. Det andra kontinuitetsmetoden leder till är att man enkelt kan se på vilken plats man är genom att man illustrerar husen ett och två med olika kulörer. Denna metod resulterar i att man kan illustrera inkörningen tydligt och att man kan följa arbetslagen på ett tydligt sätt. Det går även att enkelt följa hur många arbetstimmar som varje aktivitet innehåller och hur många timmar som man har tillgodo veckovis. Då blir det väldigt enkelt att stämma av tidplanen med en traditionell avställningslinje. På detta vis skapar man en kontinuitet i byggframskridandet. Eventuella glapp justeras med resursanpassningar.

#### 4.5.4. Nätverksplanering (Network diagram)

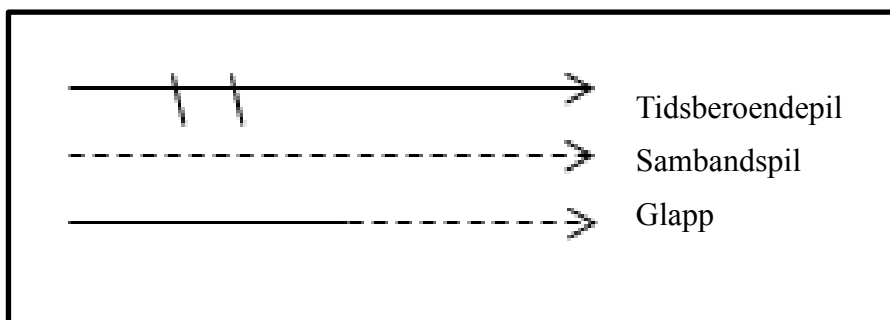
Nätverksplanering är ett samlingsnamn för flera olika metoder som uppkom i mitten på 1950-talet när amerikanska militärkonsulter fick i uppdrag att skapa ett planeringssystem för deras vapensystem. Konsulterna kom fram till en metod som idag i folkmun kallas PERT, Program Evaluation Review Technique. En annan nätverksmetod som utvecklades kallas CPM, Critical Path Method (Fisk 1997).

Det fundamentala inom nätplanering är aktiviteter och händelser. Ett exempel på en aktivitet kan vara grundläggning. En händelse är en tidpunkt då något förändras och exempel på händelser är start och slut av en aktivitet (Fisk 1997).

Denna plan bygger på ett nätverk av pilar eller cirklar, vilka motsvarar de olika aktiviteterna. Då aktiviteterna redovisas som pilar, kopplas dessa samman av små ”noder” (cirklar eller punkter) som redovisar en händelse. Man kan säga att noderna länkar samman aktiviteter på så vis att en aktivitets startnod är den föregående aktivitetens slutnod (Lester 2000). I nätverksmodellen redovisas till skillnad från stapeldiagramen de logiska tekniska samband som finns mellan de olika aktiviteterna. Sambanden mellan de olika aktiviteterna styr huruvida en aktivitet kan starta före, efter, samtidigt eller medan en annan aktivitet startar eller pågår. Då man ritar nätverket med aktiviteterna i form av pilar, redovisas även tiden i form av pilens längd som står i direkt proportion med dess utförandetid. Skulle man istället redovisa nätverket med hjälp av cirklar för aktiviteterna, länkas dessa ihop av pilar. Då man använder sig av cirklar för att redovisa aktiviteterna är de länkande pilarna inte proportionerliga med den tid det tar att utföra en aktivitet, den visar endast det tekniska sambandet mellan de olika cirklarna (Adrian 1973). Cirklarna kan ibland redovisas som kvadrater med mindre rutor inuti sig där tidsåtgång, tidigaste start och slut samt eventuella glapp redovisas. Metoden med kvadrater redovisar på ett tydligt sätt de olika data som kan vara nödvändiga för planeringen till skillnad från de tidigare nämnda cirklarna (Lester 2000).

En viktig del i nätverksplaneringen är att det så kallade nätet sluts så att det inte uppkommer flera slut på projektet. Man måste se till att samtliga aktiviteter sammankopplas till en bestämd slutnod eller slutaktivitet. Man får inte heller bilda cirklar som skapar ologiska samband enligt ”moment 22” modellen där en aktivitet beror av en annan aktivitet som i sin tur beror av den första aktiviteten (Lester 2000).

Det finns ett antal olika linjetyper som används vid uppritandet av en nätplan. Några av de grundläggande linjetyperna är t.ex. sambandslinjer, vilka anger att en aktivitet måste avslutas innan nästa kan påbörjas. Dessa linjer är streckade och går mellan de olika aktiviteternas start och slut (ansluter alltså i ”händelserna”). För att redovisa ett så kallat glapp, ritas en streckad linje som redovisar att det finns ett ”tomrum” eller outnyttjat tidsutrymme mellan aktivitetens färdigställande och händelsen som redovisar dess egentliga slutpunkt. Tidsberoendepilar anger att det måste gå en viss tid innan en aktivitet kan påbörjas eller avslutas, den redovisas som en fylld sambandslinje med en tidsmarkering samt två korsande ”snedsträck”.



Figur 5 Piltyper (Word)

I vissa lägen då man ritar nätverksplaner med hjälp av pilar kan problem uppstå då man skall redovisa alla samband som gäller för samtliga aktiviteter. När alla samband skall ritas upp kan problematiken uppstå i form av att allt för många aktiviteter beror av samma föregående aktivitet, detta kan lösas med hjälp sambandspilar som endast redovisar samband och inte några tider eller resurser (Adrian 1973).

Eftersom att man i nätverksplanen kan se sambanden mellan aktiviteterna, kan man också utläsa varför en aktivitet inte startar innan en annan eller när en aktivitet tidigast kan starta. Detta resulterar dock i att det tar längre tid att upprätta denna planering och att det krävs mer kunskap för att både skapa och läsa av en nätverksplan (Fisk 1997). Vid skapandet av en nätplan måste man väga in beroenden och samband. Man analyserar hela projektet ur olika vinklar och på så sätt har man redan i planeringsstadiet diskuterat och beslutat om metodval och problemlösningar som man annars tar hänsyn till först i produktion (Nordstrand, Révai 2002).

Nätplanering är en modernare och mer industrialiserad planeringsteknik än traditionella Gantt - scheman och utvecklad för mer komplexa och avancerade projekt. Därför passar denna teknik för de allra flesta byggprojekt då dessa är unika och komplexa i sig (Nordstrand, Révai 2002).

När man skall planera enligt denna teknik börjar man med ett projekt i handen, som skall planeras på en lagom detaljerad nivå. Man börjar då med att bryta ner projektet i aktiviteter och funderar sedan på vilka samband och beroenden dessa aktiviteter har. (Kan den ena aktiviteten starta innan den andra?) När detta är utfört ritas sedan en nätplan upp. Efter att själva planen är strukturerad är det dags att välja strategi, CPM eller PERT, och därefter tidsätta aktiviteterna. Slutligen planerar man vidare med inköps-, maskin- och resursplanering samt omarbetar nätplanen efter resursbehov m.m. (Nordstrand, Révai 2002).

I nätverksplanering måste man veta beroenden mellan aktiviteter för att kunna bestämma ordningen och den logiska följderna som de skall utföras i, samt vilka som kan utföras parallellt och med vilka tidsförskjutningar (Fisk 1997).

Arbetsprocess vid nätplanering (Fisk 1997):

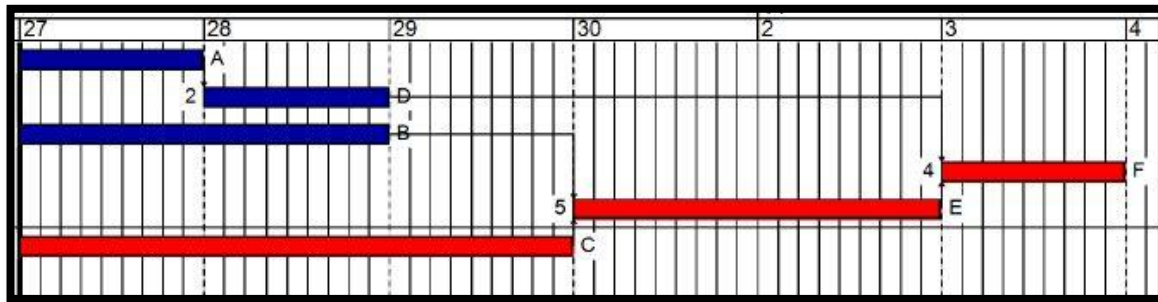
1. Ett projekt som skall tas A-B
2. WBS
3. Vilka beroenden finns mellan aktiviteterna
4. Skapa nätplan med hjälp av beroenden mellan aktiviteter för hand eller dator.
5. Välj PERT eller CPM
6. Tidsätt aktiviteter

#### **4.5.5. Kritiska linjen (Critical Path Method)**

Den kritiska linjen (nedan kallad CPM), är en av dagens mest vanliga metoder för planering av byggprojekt. Denna metod uppkom under 1950-talet då två män som arbetade inom kemiindustrin, vid namn James E. Kelly och Morgan Walker, i syfte att planera byggande och underhåll av kemikaliefabriker (Adrian 1973).

CPM är en aktivitetsstyrd planeringsmetod där man kan avläsa start- och sluttid av aktiviteter precis som i Gantt. Att det är en nätverksteknik, kommer ifrån att man kan se samband mellan aktiviteter. Huvudpoängen med CPM grundas dock i att man kan se vilka aktiviteter som kommer påverka sluttiden genom att rita en kritisk linje (Fisk 1997). För att metoden skall

fungera antar man att aktivitetens tid och funktion är konstant och exakt förutspådd, man kan alltså inte ta i beaktning att aktivitetens framfart ändras under projektets gång (Adrian 1973).



Figur 6 Kritiska linjen CPM (Plancon +)

Den kritiska linjen anger den längsta vägen genom nätplanen och därav den kortaste byggtiden. Förändringar på denna linje är kritiska då det påverkar sluttiden för hela projektet (Nordstrand, Révai 2002).

Ett exempel på CPM är bilden ovan, där den kritiska linjen definieras av de aktiviteter som tar längst tid. Alltså den ”väg” som genererar den längsta byggtiden. De aktiviteter som befinner sig efter denna väg påverkar hela projektet om de själva ändras (de röda balkarna). De aktiviteter som inte ingår i den kritiska linjen (de blå balkarna) är sådana aktiviteter som utan att påverka projektets sluttid kan ändras inom en viss mån, det finns alltså ett glapp mellan gällande aktivitetens sluttid och slutaktivitetens start.

Tidigast händelse TH och senast händelse SH är två viktiga begrepp inom CPM metoden (Nordstrand, Révai 2002). När man ska ta fram den kritiska linjen och byggtiden är dessa termer fundamentala. Efter att man har tidssatt alla aktiviteter och bildat sin nätplan vill man veta hur lång byggtiden kommer bli och vilka aktiviteter som kan påverka den. Detta hjälper TH till med. TH berättar för planeraren när man tidigast kan starta en aktivitet och beräknas från startaktivitet till slutaktivitet, se efterföljande exempel. SH visar när man senast måste starta en aktivitet för att inte sluttiden skall påverkas. Man räknar SH från slutaktivitet till startaktivitet. Både SH och TH är viktiga och användbara verktyg i byggplaneringen (Fisk 1997).

När man har räknat fram alla tänkbara vägar genom nätplanen och fått fram TH på alla aktiviteter kan man rita den kritiska linjen. Den kritiska linjen är den längsta vägen genom hela nätplanen. Byggtiden blir således TH för sista aktiviteten (Fisk 1997). Om någon aktivitet på den kritiska linjen blir försenad resulterar det i att hela projektets tid förändras och eventuellt att en ny kritisk linje skapas (Nordstrand, Révai 2002).

Alltså kan vi i tidigare nämnd bild se att aktiviteterna har tider enligt:

- A: 1 dag
- B: 2 dagar
- C: 3 dagar
- D: 1 dag (startar efter A)
- E: 2 dagar (startar efter B + C)
- F: 1 dag (startar efter D + E)

Detta ger att den väg som bildar den kritiska linjen blir, C + E + F då dessa enligt ovan givna samband bildar den längsta vägen för projektets slutförande, alltså  $3+2+1=6$  dagar.

Då man upprättat en CPM – modell kan flertalet beräkningar av tider göras. Man kan ur modellen beräkna när de olika aktiviteterna tidigast kan starta eller vara färdiga samt ta fram hur mycket en aktivitet kan försenas utan att påverka den totala projekttiden. Nedan redovisas ett antal olika tider som beräknas med hjälp av exemplet ovan.

Tidigaste händelse (TH) för aktivitet A, d.v.s. den tid då aktivitet A tidigast kan starta, är dag 0, (i vårt exempel ovan, den 27:e). För aktivitet D blir således TH den dag då aktivitet A är senast avslutat, alltså TH för aktivitet A + aktivitet A:s utförandetid (1 dag) vilket ger TH för aktivitet D enligt:

$$TH(D) = 0 + 1 = 1 \text{ dag.}$$

Om TH söks för aktivitet F, bör alla möjliga vägar beaktas, vilket ger vägen för den kritiska linjen enligt ovan till den valda vägen, då denna är längst. Detta ger då TH för F enligt:

$$TH(F) = C + E = 0 + 3 + 2 = 5 \text{ dagar.}$$

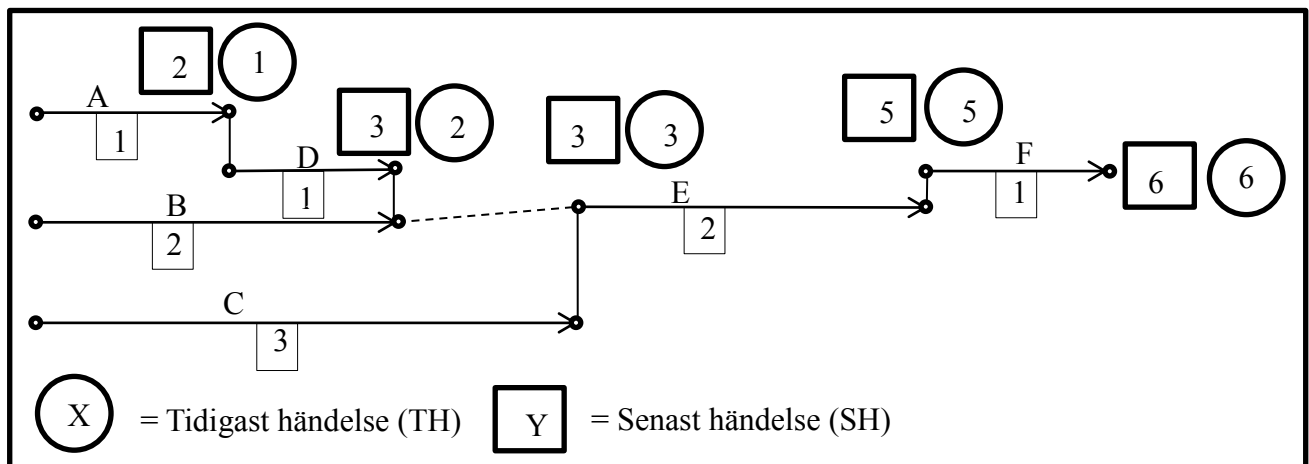
Senaste händelse (SH) för en aktivitet, vilket definierar när en aktivitet senast får starta utan att påverka projektet, fås med hjälp av samma metod men med omvänt samband. Man tar alltså den totala projekttiden och drar bort aktiviteternas tider. Enligt exemplet får vi då SH för aktivitet E till:

$$SH(E) = C + E + F - F - E = 3 + 2 + 1 - 1 - 2 = 6 - 3 = 3 \text{ dagar.}$$

E måste således starta direkt efter C för att projekttiden inte skall förskjutas. (Bevisar att C och E ingår i kritiska linjen). Om däremot SH för aktivitet D eftersöks kan ett så kallat glapp uppstå enligt följande:

$$SH(D) = C + E + F - F - D = 3 + 2 + 1 - 1 - 2 = 6 - 3 = 3 \text{ dagar.}$$

D måste alltså inte starta förens 3 dagar efter byggstart, skulle den starta 4 dagar efter byggstart skulle projekttiden påverkas men 3 dagar påverkar inte projekttiden. Det uppstår således ett glapp mellan D och F på 2 dagar.



Figur 7 Nätverksplan med TH respektive SH (Word)

Tidigaste- och senaste händelse markeras vanligtvis ut på planen för att åskådliggöra var och hur stora glapp som återfinns, samt när aktiviteterna måste vara startade.

CPM metoden vägleder projektledare till eventuella kritiska moment de bör beakta extra noga för att övervaka att sluttiden behålls. Problem kan dock uppstå då det kan skapas flera kritiska linjer och bli ganska rörigt i allt för stora projekt (Fisk 1997).

Arbetsprocess vid CPM-planering (Fisk 1997):

1. Ett projekt som skall tas A-B
2. WBS
3. Vilka beroenden finns mellan aktiviteterna

4. Skapa nätplan med hjälp av beroenden mellan aktiviteter för hand eller dator.
5. Välj CPM som planeringsmetod
6. Tidsätt aktiviteter
7. Räkna TH och SH
8. Rita kritisk linje

#### 4.5.6. Projektutvärdering och granskningsteknik (Project Evaluation and Review Technique)

Projektutvärdering och granskningsteknik (nedan kallad PERT) är en metod som bygger på den bekanta nätverksplaneringen och har stora likheter med CPM-metoden. Denna metod togs fram under 1950-talet då amerikanska militärkonsulter fick i uppdrag att skapa ett planeringssystem för deras vapensystem. Deras uppdrag resulterade i PERT-modellen (Fisk 1997). Modellen används i största utsträckning i militära ändamål men återkommer även i byggproduktionsplaneringen hos vissa entreprenörer (Adrian 1973).

Det som skiljer PERT från CPM är det faktum att man vid tidssättning av aktiviteter i planen använder sig av stokastiska värden. Man hanterar alltså tiderna med en säkerhet för eventuella förändringar i utförandet eller omgivande förhållanden.

Då man planerar ett projekt enligt PERT-modellen sätter man tiderna utifrån ett ”medelvärde” vari man beaktat ett antal olika uppskattade tider. (Till skillnad från en uppskattad tid som används i CPM-metoden). Medelvärdet består i tre olika uppskattade tider som tillsammans bildar ett medelvärde, vilket sedan används i planeringen. Man anser då att man förebyggt eventuella felsteg i produktionen och skall slippa frånga den initiala tidplanen.

Medelvärdet som används består av de tre olika uppskattade tiderna som kallas för, den optimistiska tiden (to), den pessimistiska tiden (tp) och den mest troliga tiden (tm). Medelvärdet för dessa tre (te) enligt formeln nedan skall då ge en bättre uppskattning om tidsåtgången för varje aktivitet: (Adrian 1973, 268ff)

$$te = (to + tm \times 4 + tp) / 6$$

Tidsåtgången kan även beräknas för PERT-modellen med olika stokastiska värden där man tar fram olika uppskattade värden enligt tidigare för att sedan uppskatta den trolighet som finns för att vardera tid inträffar. Man skulle kunna säga att man även här tar fram to, tm och tp för att sedan dela upp den trovärdighet att de olika tiderna uppkommer. Låt säga att det är 30 % sannolikhet att to inträffar, 30 % att tm inträffar och 30 % att tp inträffar. För att beräkna den högst troliga tidsåtgången med sannolikheten 100 % beräknar man då tiden enligt (Adrian 1973):

$$te = 0,3 \times to + 0,3 \times tm + 0,3 \times tp$$

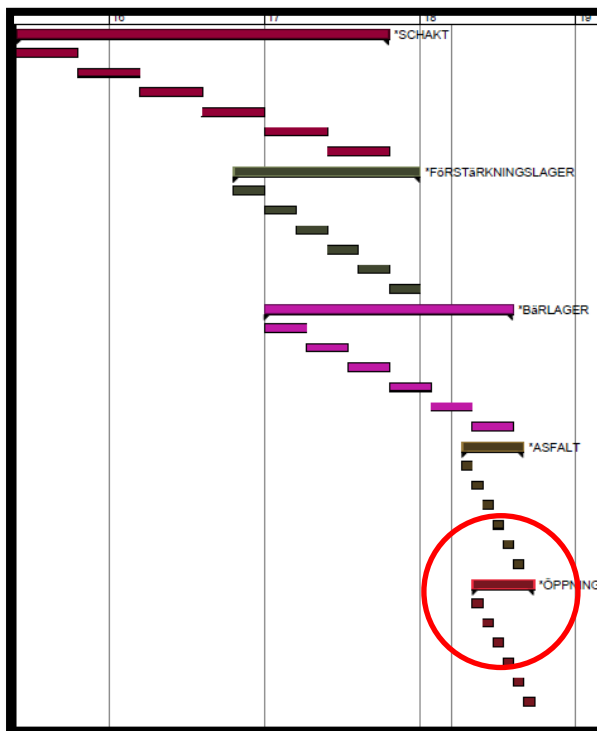
Arbetsprocess vid PERT-planering (Adrian 1973):

1. Ett projekt som skall tas A-B
2. WBS
3. Vilka beroenden finns mellan aktiviteterna
4. Skapa nätplan med hjälp av beroenden mellan aktiviteter för hand eller dator.
5. Välj PERT som planeringsmetod
6. Beräkna och tidsätt aktiviteter

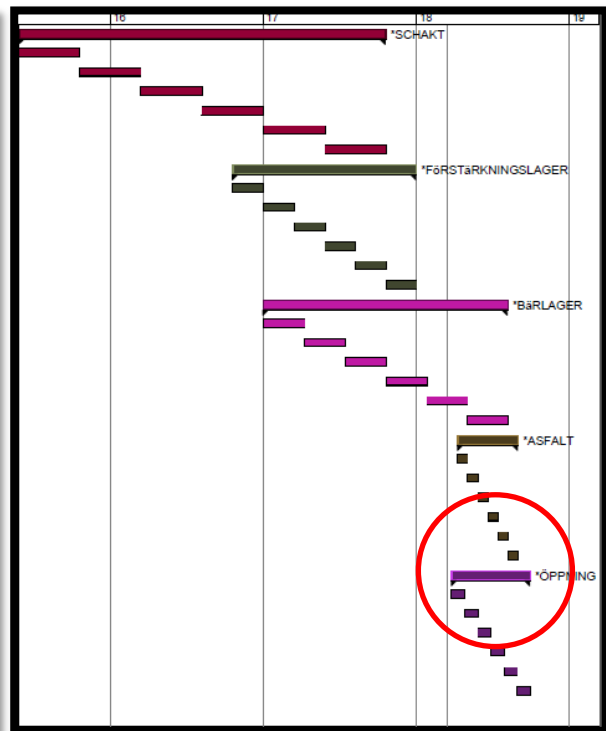
#### 4.5.7. Lägesbaserad tidsplanering (Line of Balance)

Lägesbaserad tidsplanering (nedan kallad LOB), kommer ursprungligen från tillverkningsindustrin som är väldigt industrialiserad där man gör samma sak om och om igen (Fisk 1997). Tekniken utformades 1941 på företaget Goodyear av en grupp, ledd av George E. Fouch som använde tekniken till att styra deras däckproduktion. Under den här tiden pågick andra världskriget och metoden var även populär för att planera krigsföring (DCMA 2012-03-27).

Metoden utvecklades senare av US navy för att sedan spridas i mängder av variationer framöver (Andrews m.fl. 2012-04-02). Denna typ av planering används inte idag i någon större utsträckning trots att många undersökningar påvisar styrkan och fördelarna hos tekniken. LOB är ett plats- och tiddiagram som visar vart och när en aktivitet görs, hur fort den görs samt om det inträffar kollisioner mellan aktiviteter på samma plats (Fisk 1997).



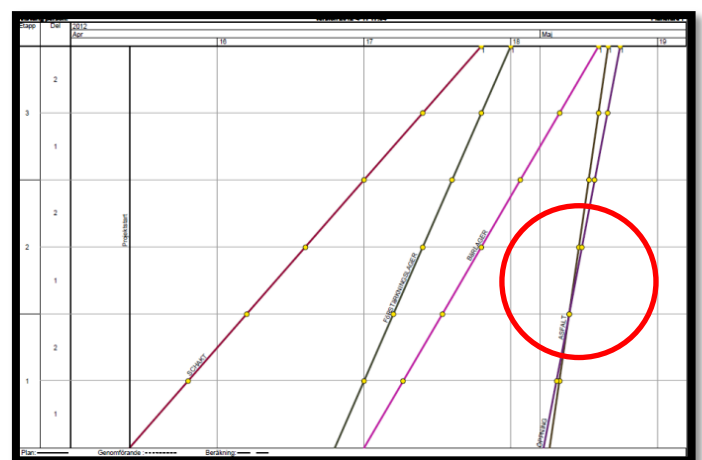
Figur 8 Gantt-schema utan krock (VICO Control)



Figur 9 Gantt-schema med krock (VICO Control)



Figur 10 Lägesplanerad vy utan krock (VICO Control)



Figur 11 Lägesplanerad vy med krock (VICO Control)

Med denna metod går det även smidigt att göra avstämningar och uppföljningar då diagrammet består av linjer precis som i hastighetsdiagrammen (Andrews m.fl. 2012-04-02).

En stor skillnad mellan lägesbaserad tidsplanering och de andra metoderna är att man kan planera mer omfattande arbeten då man kan avläsa mycket information på mindre yta än de övriga metoderna. Däremot är det inte lika enkelt för gemene man att förstå sig på denna planeringsmetod och därför används den inte i någon större omfattning idag (Fisk 1997).

Denna metod passar projekt med återkommande och likartade arbeten som t.ex. höghus, rörläggning, vägar och likadana småhus (Fisk 1997).

LOB har sedan 1980-talet varit en erkänd och ofta använd planeringsmetod i Finland. Problemen var att det inte fanns någon riktigt bra mjukvara som kunde arbeta med LOB. Byggindustrin i Finland startade då ett utvecklingsprogram de kallade Dynaprojekt. Drivkraften och målet inom Finsk byggindustri är att sträva mot Lean, där slöseri och strukturerat arbete är två viktiga faktorer.

När byggföretag tidigare använt sig utav LOB slarvades det i tidigt skede när de skulle sätta sambanden mellan aktiviteterna och då tappar LOB sin fulla effekt. Projektet undersöktes av NCC-Construction eftersom de hade arbetat fram en strukturerad planering då de tidigare haft problem med att lika projekt planerades alldeles för olika. I Finland vid användning av LOB, skapade man ofta ett Gantt-schema först som sedan omarbetades till ett LOB diagram. Tanken i Dynaprojektet var att först skapa en CPM och sedan en LOB, då förarbetena till både teknikerna är de samma. Projektet är idag helt genomfört och de kom till slutsatsen att fördelarna med LOB var en säkrare tidsplan, mer genomtänkt plan, snabbare byggtid, kontroll om tidsplanen är genomförbar samt möjlighet till uppföljning (Soini m.fl. 2012-04-02).

För att förstå och använda denna teknik krävs det några grunder. Först ritas man ett diagram där X-axeln visar tiden och Y-axeln visar våningar, hus, enheter eller delar. Nummer två är att rita en aktivitet. Den ritas som en lutande linje, längden på linjen motsvarar tiden aktiviteten tar och ur lutningen på linjen kan man avläsa hastigheten. Om man vill lägga till flera aktiviteter gör man på samma sätt. På så vis kan man planera flera enheter samtidigt på ett överskådligt och strukturerat sätt (Andrews m.fl. 2012-04-02).

Arbetsprocess vid LOB - planering (Fisk 1997):

1. Ett projekt som skall tas A-B
2. WBS
3. Vilka beroenden finns mellan aktiviteterna
4. Tidsätt aktiviteter
5. Tilldela aktiviteterna lägen

#### **4.5.8. Hastighetsdiagram (S – kurva)**

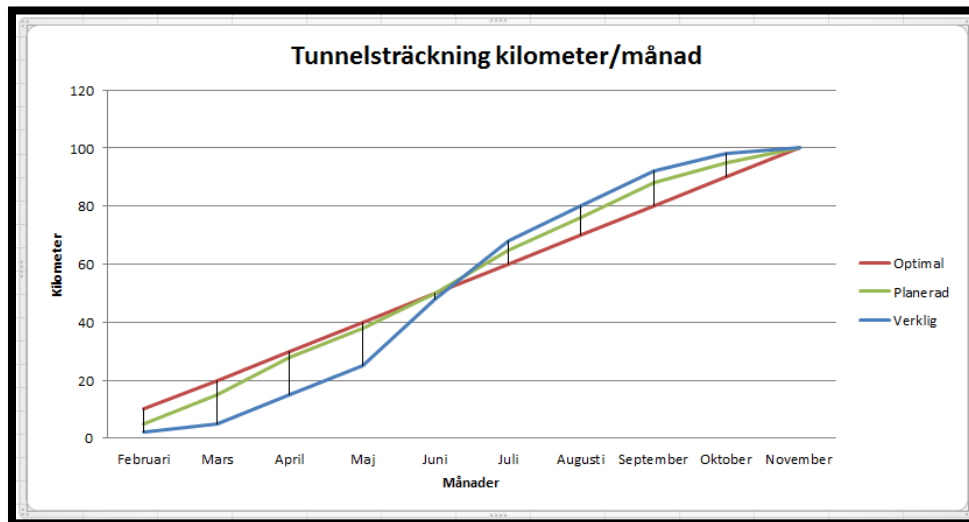
Hastighetsdiagram även kallad ”S-kurva” visar verkligt utfall jämfört mot ursprunglig plan, hur snabbt man arbetar, om ett projekt ligger före eller efter tidplan samt i vilken riktning man är på väg. Det kan användas både för planering av linjära arbetsmoment som för uppföljning av tidsplan samt arbete. Ibland används det även som ett kostnad- tidsdiagram för att se variationer i budget (Fisk 1997).

Man kan med hjälp av denna metod enkelt följa projektet för att vid eventuella avvikelser snabbt agera. Vid en linjär produktion fungerar den alldeles utmärkt som tidsplan också.



Metoden kan dock inte användas vid olinjära projekt, då det blir alldeles för komplicerat för att rita linjärt (Fisk 1997).

Metoden lämpar sig bra för t.ex. planering av kanaler, vägar, tunnlar och rörläggning (Fisk 1997). Som uppföljningsverktyg kan metoden även användas till att mäta och korrigera enhetstider vilket är extremt avgörande inom byggindustrin (Nordstrand, Révai 2002).



Figur 12 Hastighetsdiagram S-kurva (Excel)

För att skapa hastighetsdiagrammet måste du ha alla aktiviteter samt ha tidsatt dessa. Du ritat sedan in områden som kan påverka produktionshastigheten väder, material m.m. Efter det kan du rita en linje efter hur mycket arbete som är gjort per tidsenhet. Det ideala är en rät linje men det vanligaste är en varierande kurva (S – kurvan) (Fisk 1997).

Arbetsprocess vid planering med S-kurva (Fisk 1997):

1. Ett projekt som skall tas A-B
2. WBS
3. Tidsätt aktiviteter
4. Rita produktionskurvan med hänsyn till yttre påverkan

#### 4.6. Olika planer för planering av produktion.

##### 4.6.1. Tidplan

Då man startar ett byggprojekt är det av stor vikt att man tidigt sätter ihop en tidsplan. Tidsplanen fungerar som stöd och översikt över projektet så att entreprenören kan förutse kostnader och behov under produktionstiden. Då man initialt planerar produktionen upprättas vanligen en övergripande tidsplan för snabb överblick, vilken senare bryts ned i mindre omfattande och mer detaljerade planer för att skapa en bättre kontroll och uppföljning av produktionen (Nordstrand 2008). Några av de vanligast förekommande planerna inom produktionen redogörs för här nedan:

Kontraktstidsplan även kallad projekttidsplan, är den övergripande planen för projektet som författas initialt, vanligen i samband med anbudsskedet. Kontraktstidsplanen kan även kallas anbudsplan då den ofta levereras till beställaren vid inskickning av anbud (Nordstrand 2008). Planen bör innehålla väsentliga data och tider för projektets utförande under kontraktstiden

med relevanta delmoment så att beställaren lätt kan följa produktionen och stämma av dess framförande (Nordstrand, Révai 2002).

Huvud-arbetsplan/tidsplan är en plan som ofta grundas i den ovan nämnda kontraktstidsplanen. Huvudtidsplanen är en mer genomarbetad plan som ligger till grund för entreprenörens genomförande av projektet (Nordstrand, Révai 2002). Denna plan är mer detaljerad och realistisk än den tidigare anbudstidsplanen, eftersom den skall styra produktionen och även ligga till grund för övergripande avstämningar med arbetschefer eller liknande (Bergh, Persson 2012-03-29).

Arbetsplaner är planer som har sitt ursprung i huvud-arbetsplan/tidsplan och omfattar vanligen ett antal månader eller etapper etc. Denna plan kan ses som den mest användbara för ledningen på produktionsplatsen t.ex. platschefen. Arbetsplanen styr det aktuella aktiviteterna för den närmast överskådliga tiden och ger en bra styrning för platschefen och övrig platsledning vilket även är bra för kontroll och beställning av leveranser. Planen lämpar sig även för ekonomiska avstämningar m.m.

Detaljplan även kallad rullande tidplan, är den veckoplan eller flerveckoplan som styr det dagsaktuella arbetet på ett bygge (Bergh, Persson 2012-03-29). Den rullande tidplanen nyttjas främst av arbetsledning och yrkesarbetarna för information om veckans kommande arbeten och ev. beställningar samt avstämning i tid och av resurser. Den rullande planen stäms även av med platschefen som följer upp och rapporterar till ledningen (Nordstrand, Révai 2002).

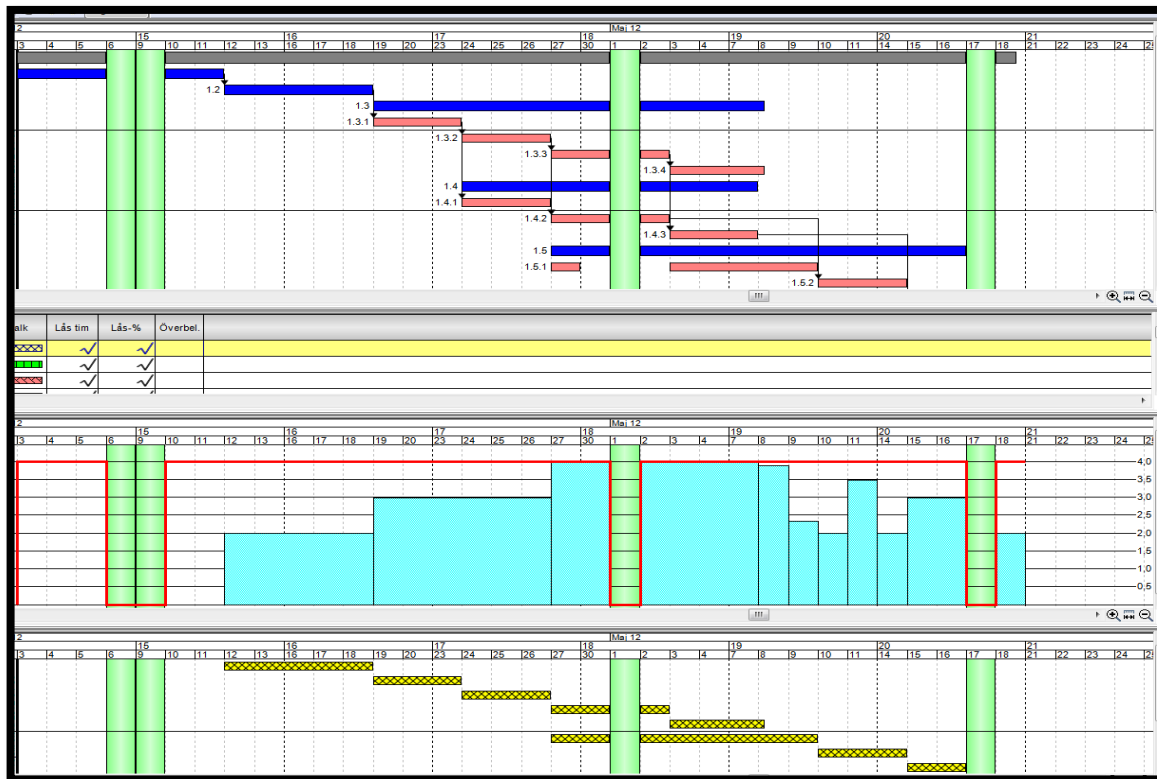
#### **4.6.2. Resursplan**

Resursplanering innebär att man utifrån en framtagen arbets-/tidsplan med givna tekniska samband planerar om tiden för projektet utifrån de tillgängliga resurserna som finns, t.ex. träarbetare. Då man resursplanerar ett projekt utifrån tillgången till arbetare kommer tiderna att påverkas utifrån hur mycket en viss aktivitet kräver.

Då man planerar resurser i ett projekt strävar man efter att ta fram den effektivaste och jämnaste resursanvändningen (av yrkesarbetare) för att underlätta processen och undvika att yrkesarbetare skickas till och från arbetsplatsen i tid och otid. Att utjämna resursanvändningen bidrar även till att arbetstakten på bygget blir jämnare och övriga arbeten så som planering och uppföljning m.m. följer en jämnare arbetstakt, vilket också leder till en enklare och mer rättvisande uppföljning (Lester 2000).

Om en aktivitet (A) kräver en arbetare i en dag samtidigt som en annan aktivitet (B) kräver två arbetare under två dagar och dessa två aktiviteter startar i samma tidpunkt kommer resursbehovet att dag ett, vara tre arbetare och dag två, två arbetare. Om entreprenören har tillgång till tre arbetare kan detta genomföras på två dagar. Skulle det vara så att entreprenören endast har två arbetare att tillgå, innebär detta att aktiviteterna inte kan genomföras parallellt och en av dem måste förskjutas. Denna förskjutning skulle kunna vara att aktivitet B startar då aktivitet A är klar, vilket ger ett resursbehov under dag ett, av en arbetare och under dag två och tre av två arbetare. Problemet med resurstillgången har då lösts, men projekttiden har kompromissats till tre dagar istället för två. Denna metod kallas ibland för Resource Scheduling Method eller RSM (Adrian 1973).

Vid större projekt kan resursplaneringen bli väldigt komplicerad, eftersom alla aktiviteter styr varandra direkt, eller indirekt. På så vis kommer alla på grund av resursutjämning förändrade tider att påverka hela projektet, om aktiviteten i fråga inte planeras om inom ett givet glapp. Aktiviteter med glapp bör vara de första att resursplaneras så att deras resurser planeras in i andra aktiviteter och deras tid förlängs så att glappet försvinner.



Figur 13 Resursplanering histogram (PlanCon +)

Resursplaneringen redovisas ofta under nätverksplanen i ett så kallat histogram, där t.ex. trä- och betongarbetare redovisas i egna stapeldiagram. Histogrammet visar tydligt hur beläggningen är under projektets framfart. Vanligen strävar entreprenören efter en så jämn kurva som möjligt med en eventuell topp under mitten av projektet och något mindre resurser under uppstart och slutskede. Ofta inträffar dock att forceringar måste göras i väsentliga skeden, så som vid taktäckning och i slutskede inför slutbesiktning, även då kan eventuella toppar antas uppstå (Lester 2000).

#### 4.6.3. Maskinplan

Maskin- och kranplanering är viktigt då hela byggen kan vara beroende av att t.ex. rätt kran finns tillgänglig under rätt tid. Produktionen kan alltså bero helt av att en kran klarar av att göra speciella lyft med avseende på t.ex. räckvidd, max last och även effektbehovet till kranen. Därav bör planering av kranplanen fortgå parallellt med den övriga planeringen, då den kan komma att styra ett helt projekt.

Då man planerar för maskiner och kranar bör man ha i åtanke att dessa poster kan vara mycket kostsamma om de inte utnyttjas effektivt och på så vis påverka projektets ekonomi mer än nödvändigt. De kan även om de används rätt, påverka projektet mycket positivt.

Placering och typ, är de två viktigaste faktorerna vid maskin- och kranplanering. Man bör se till så att maskinerna klarar av det de är planerade att göra, samt se till så att de inte blir överplanerade och skall göra två saker samtidigt (Nordstrand, Révai 2002).

#### 4.6.4. Materialplan

Materialplanering är viktigt då ett byggprojekt innefattar en mängd olika material som skall beställas, levereras, tas emot, förvaras och byggas in. Det är också oftast i materialen den största summan pengar ligger. Cirka 50-80 % av produktionskostnaderna är materialkostnader och underentreprenörer. Ett byggprojekt blir aldrig starkare än den svagaste länken. Hur noga man än har planerat sin tidplan och sina resurser, om inte materialet kommer i rätt tid, till rätt

ställe och rätt typ av material så har tidsplaneringen ingen betydelse.

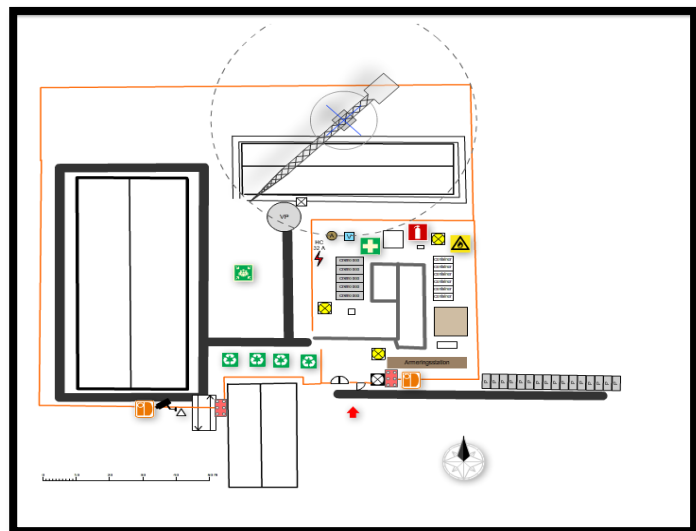
Vid större byggprojekt har ofta platschefen stöd med större och svårare inköp av en inköpare. Inköparen ansvarar för avtalsförhandlingar, upphandling av underentreprenörer och smidigare inköp. Syftet med inköpsplanering är att säkerställa smidig och säker leverans, lågt inköpspris och hög kvalitet. Till inköpsplaneringen kan som stöd användas en inköpsplan, där beskrivs när offerter skickats, upphandlingstid och leveranstid m.m. Det kan vara ett bra sätt att dokumentera och planera inköpsarbetet på. När platschefen tar hjälp av inköparen kan han använda sig av diverse kalkylprogram eller mängdförteckningar för att enkelt urskilja vilka produkter det kommer beställas stora partier av. Dessa poster blir då inköparens uppgift att arbeta med. Inköpsplaneringens största och viktigaste uppgifter är att beställa och göra inköp i rätt tid samt förhandla ner priser (Nordstrand, Révai 2002) och (Nordstrand 2008).

Leveranser och inköp ligger hand i hand. För att få leveranser i rätt tid måste inköpen göras i god tid. Inom byggindustrin jobbar man mot just in time på grund av ont om utrymme, höga lagerkostnader som skapar kapitalkostnader och ibland väldigt svår logistik på arbetsplatserna. Många företag börjar inse vikten av att göra inköp som levereras precis när det skall byggas in. Dels på grund av ovan nämnda orsaker men även att märkning och paketering redan från leverantör kan spara enorma logistikkostnader på byggarbetsplatsen.

Det finns en hel värld av definitioner på just in time, ett Lean koncept från Japan. En är att minimera slöseri och tillverkningsförluster. Det innebär optimerad design, förenklade processer, snabbare transporter. Att man optimerar i varje led. Ett exempel kan vara att bygga en Prefab-betongstomme. Betongfabriken anpassar då blocken för lastbilarna och enkelt montage. Lastningen av blocken fungerar smidigt, transport till bygget sker med kommunikation så att plats kan skapas på bygget. Lossning sker och blocken monteras direkt, alternativt placeras i närheten av platsen. Optimerade flöden är just in time (Vollman, Berry & Whybark 1997).

#### 4.6.5. APD-plan

Varje byggprojekt skapar ett eget större företag med platschefen som VD. Företaget behöver lokaler, verktyg, toaletter, energi och mycket mer för att trivas, samt för att kunna arbeta säkert och tryggt. För att upprätta denna viktiga del av planeringen brukar en lista med innehåll användas som stöd. Listan utmynnar i en placeringsritning eller också kallad APD-plan. Planen visar illustrativt vart saker är placerade och vart vägar, byggnader och större verktyg och maskiner finns. De som upprättar placeringsritningen brukar vanligtvis vara platschef eller planeringsingenjörer. De måste ha kunskap om arbetsmiljö, bärighet och ett servicesinne. Man bör lägga stor vikt vid materialhantering. Enligt leanprincipen skall materialet levereras direkt till monteringsplatsen och inte lossas på någon lagringsplats. Kontakt kan även behövas med kommun, polis, konstruktörer och geologer inför etableringen. Man får inte glömma att



Figur 14 APD-Plan (CRAMO APD)

Man bör lägga stor vikt vid materialhantering. Enligt leanprincipen skall materialet levereras direkt till monteringsplatsen och inte lossas på någon lagringsplats. Kontakt kan även behövas med kommun, polis, konstruktörer och geologer inför etableringen. Man får inte glömma att

kontrollera att bygglov för uppställning av byggbodas gjorts i projekteringen. När planering av etablering görs skall åtanke läggas vid närhet. Kontor och bodar bör förläggas i närhet till byggenre och byggobjektet. Containers och eventuella upplagsplatser skall ligga intill en transportväg. Transportvägar bör vara av cirkelutformning, då logistiken underlättas och trafikrisker sjunker eftersom man slipper korsande trafik. Bodarnas storlek och antal fås från personalantalet. Elkablar innehåller koppar och är stöldbegärliga, erforderligt skydd och inhägnad krävs enligt lag runt arbetsplats men hindrar även stölder. Kommunikation är en viktig del av byggstyrningen och ett bra sätt att lösa detta, är med illustrativa skyltar (Bergh, Persson 2012-03-29) samt (Nordstrand, Révai 2002).

#### 4.6.6. Riskplanering

När man planerar måste man både vara pessimistisk och optimistisk. Man måste fråga sig vad som kan gå fel och vart risker finns i projektet, från start i projekteringen till slutbesiktningen. Det finns olika metoder man kan använda sig utav vid riskplanering, men att bruka en mall är strukturerat och användbart. Mallen innehåller frågor som risk, konsekvens och lösning. Mallen kan användas inför, under och efter projektet för uppföljning. Den kan användas på arbetsberedningar och för att sätta in extra resurser vid större riskmoment (Bergh, Persson 2012-03-29).

#### 4.6.7. KMA-plan

Alla byggföretag arbetar med KMA-frågor. Många certifierar sig för att påvisa kvalitet och kunna ta ut högre pris eller för att vinna anbud. Några certifieringar är BF9K och ISO. KMA står för kvalitet, miljö och arbetsmiljö. Varje nisch leder fram till en egen plan. En kvalitetsplan, en miljöplan och en arbetsmiljöplan. Dessa brukar beställaren kräva men är också lagstadgade för att få påbörja byggprojekt. En Kvalitetsplan skall innehålla arbetsberedningar, kontroller och rutiner. Miljöplan skall redovisa vad som skall återvinnas och hur, antal fraktioner och hur man skall hantera farliga ämnen. Arbetsmiljöplanen redovisar 13 riskfyllda arbeten plus egna tillägg (AV 2012-05-02) samt (Bergh, Persson 2012-03-29).

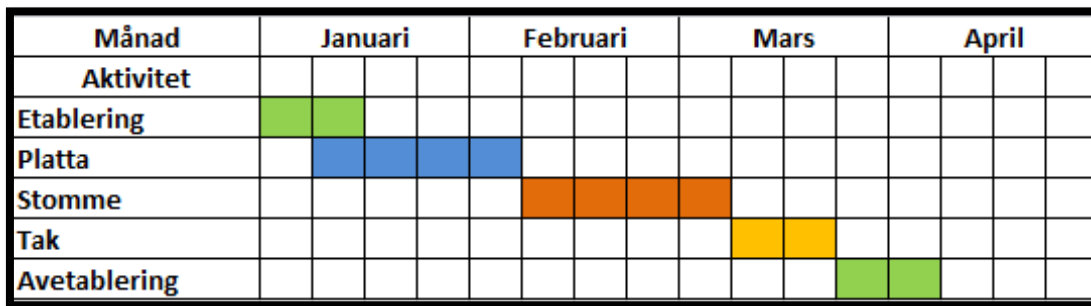
RISKSTUDIE		
Risk	Konsekvens	Lösning

Figur 15 Riskplaneringslista (Excel)

### 4.7. Planeringsverktyg

#### 4.7.1. Microsoft Excel

De flesta människor har stött på Excel på något vis eller i någon form, ett verktyg som kan användas till allt från kalkyler till tidsplanering. Excel är däremot inte anpassat för något specifikt syfte utan det går att modifiera och anpassa efter behov. Det kan däremot bli avancerat när man vill göra illustrativa och innehållsrika diagram (Microsoft 2012-04-02).



Figur 16 Gantt-schema (Excel)

## Programguide - Excel

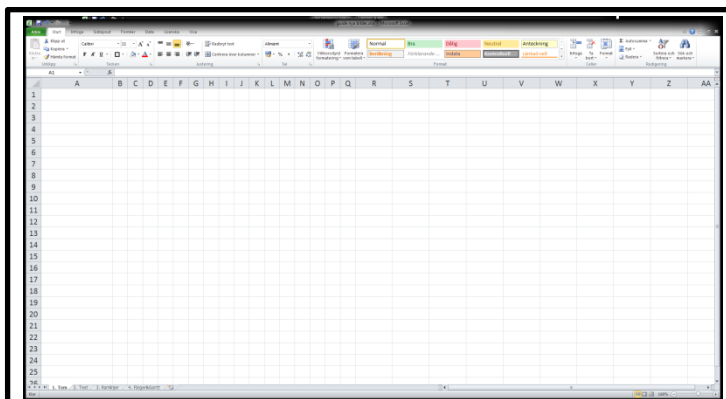


Bild 1 visar förstasidan när Excel startas. Här kan man antingen skriva text, infoga bilder eller räkna och skapa diagram.

Figur 17 Programguide Excel (1)

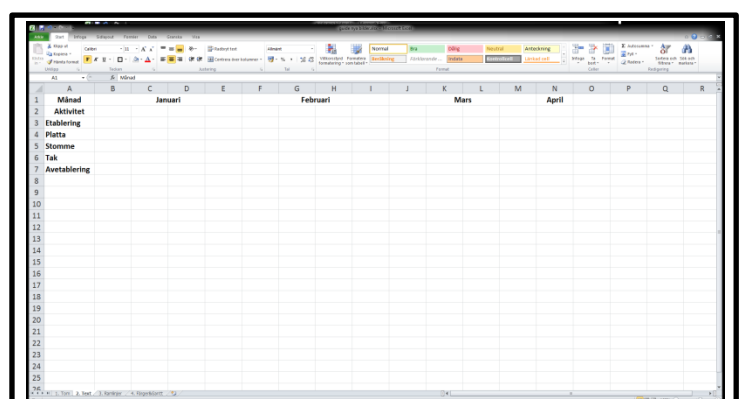


Bild 2 visar grunden till det blivande Gantt-schemat. Månader på den horisontella x-axeln och aktiviteter på den vertikala y-axeln. Dessa har endast skrivits in med fet stil.

Figur 18 Programguide Excel (2)

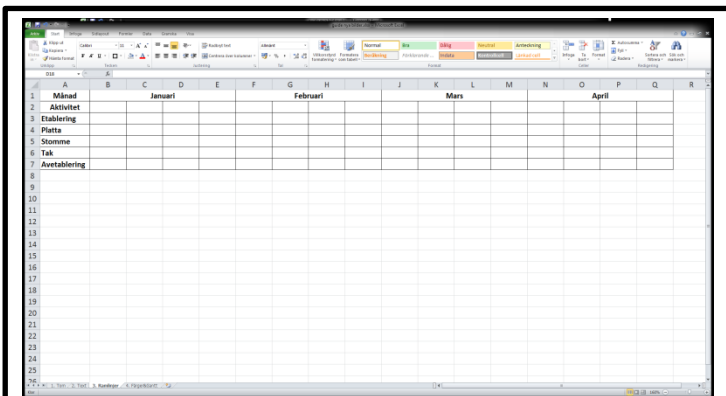


Bild 3 visar kantlinjefunktionen. Använder man detta verktyg bildas kantlinjer av raderna och kolumnerna i Excel. Detta verktyg skapar ett tydligare och enklare sätt att avläsa Gantt-schemat.

Figur 19 Programguide Excel (3)

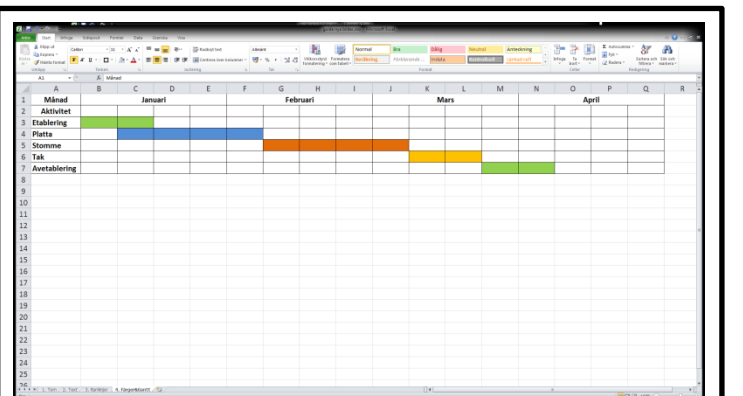


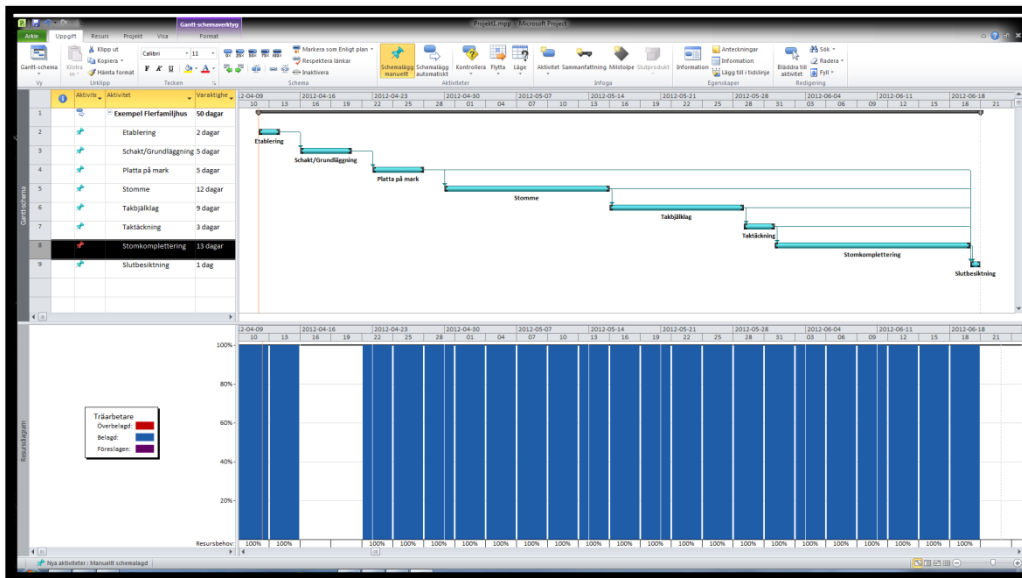
Bild 4 har fyllningsfärgverktygets använts för att visa under vilka månader aktiviteterna planeras att utföras. Därmed är Gantt-schemat klart i Excel.

Figur 20 Programguide Excel (4)

## 4.7.2. Microsoft Project

Microsoft Project (nedan kallat MSP) är ett planeringsprogram framtaget av Microsoft och är en av deras Office produkter. Microsoft är ett världsledande företag inom mjukvaruprogram och står även för t.ex. Windows, Word, Outlook och en mängd andra välkända program.

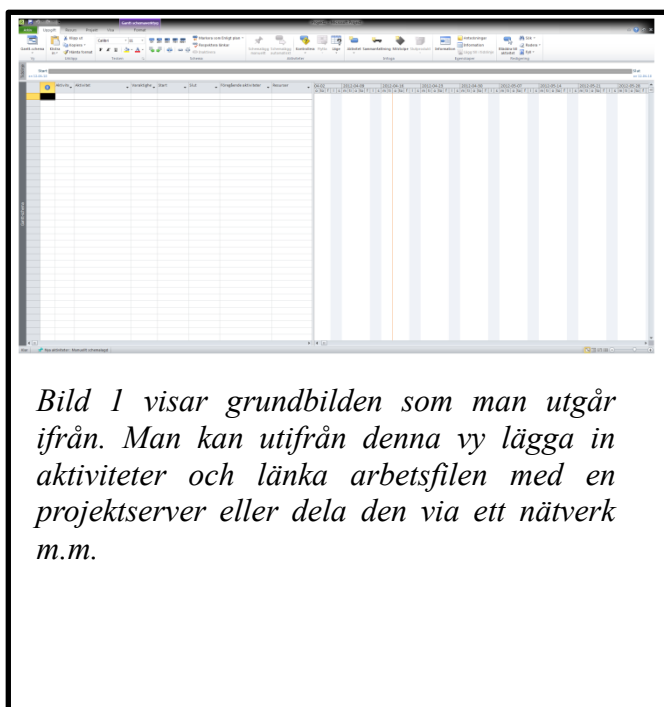
MSP är ett allmänt projektplaneringsprogram där man kan föra in aktiviteter efter önskemål och tidsätta dessa. Man utgår från en Gantt vy men kan även sätta in vissa samband efter önskemål. I MSP kan resurser tillsättas i form av arbetare och liknande men det finns inga mallar eller förprogrammerade resurser som t.ex. träarbetare.



Figur 21 Nätverksplan (MS Project)

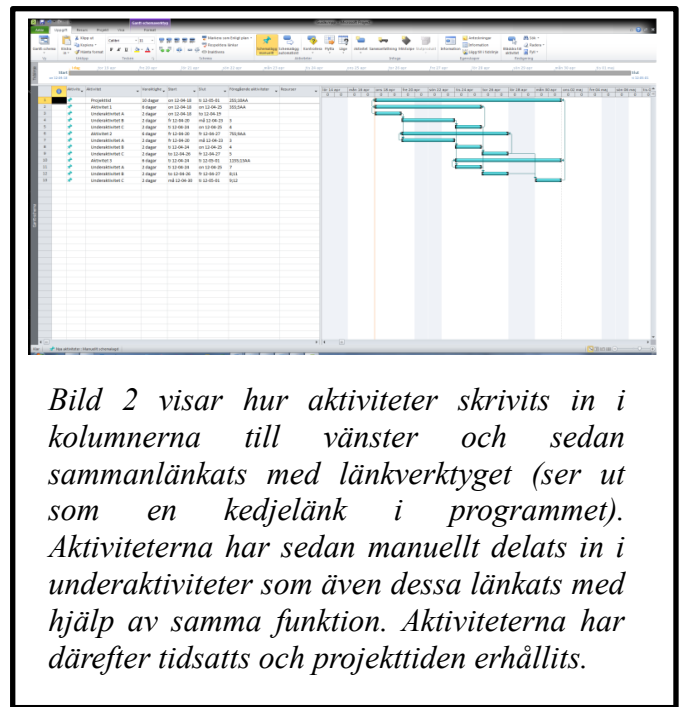
Programmet kan enkelt exportera bilder till t.ex. PDF-format och göra en del andra konverteringar samt innefattas i projektservrar för kollaborerande arbete mellan flera personer i projektet m.m. (Microsoft P 2012-04-02) samt (Microsoft 2012-04-18).

### Programguide – MS Project



*Bild 1 visar grundbilden som man utgår ifrån. Man kan utifrån denna vy lägga in aktiviteter och länka arbetsfilen med en projektserver eller dela den via ett nätverk m.m.*

Figur 22 Programguide MS Project (1)



*Bild 2 visar hur aktiviteter skrivs in i kolumnerna till vänster och sedan sammanlänkats med länkverktyget (ser ut som en kedjelänk i programmet). Aktiviteterna har sedan manuellt delats in i underaktiviteter som även dessa länkats med hjälp av samma funktion. Aktiviteterna har därefter tidsatts och projekttiden erhållits.*

Figur 23 Programguide MS Project (2)



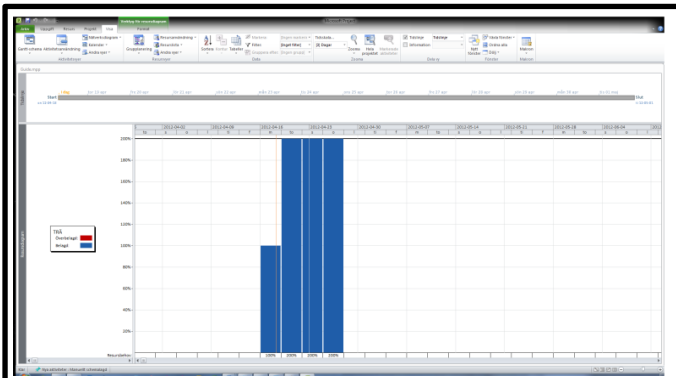


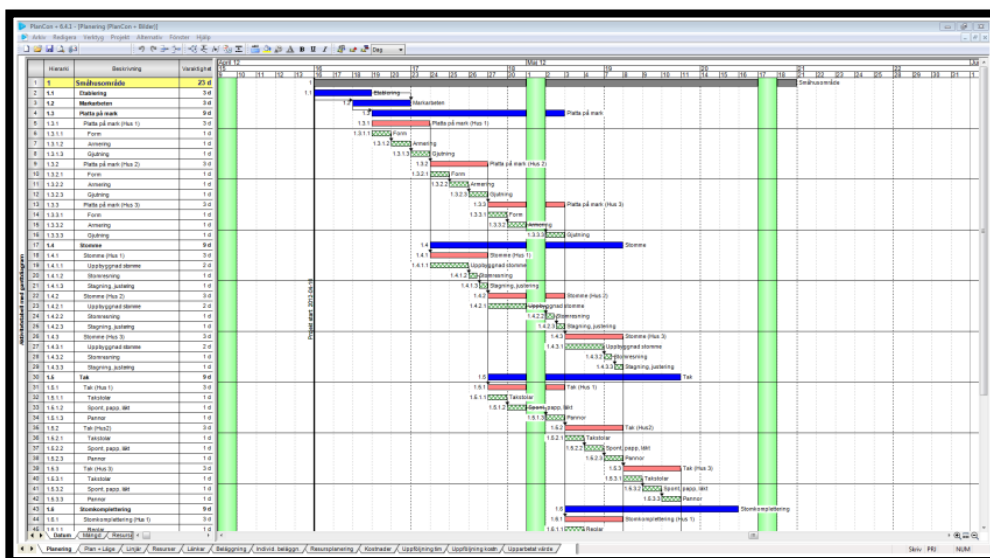
Bild 3 visar hur aktiviteterna resurssats. De olika aktiviteterna har tilldelats olika resurser så som t.ex. trä- eller betongarbetare. Därefter kan projektet resursplaneras för att jämna ut ev. oönskade luckor eller toppar i resursanvändningen. Man kan inte redovisa Gantt-vyn samtidigt som resurserna.

Figur 24 Programguide MS Project (3)

### 4.7.3. PlanCon +

PlanCon är ett program som tagits fram av företaget Consultec, för att planera i första hand byggproduktion. Consultec har ett flertal olika program som samtliga är inriktade mot byggproduktion. Några olika, välkända program, är t.ex. BidCon, SiteCon och PlanCon, som alla hjälper till i olika delar av processen, med b.l.a. kalkylering och planering. Den senaste versionen av PlanCon har fått ett + i sitt namn vilket talar om att programmet nu även klarar av lägesbaserad planering (LOB). (Consultec 2012-04-12)

Consultec har även nyligen köpt upp ett liknande företag Novator, som erbjuder och marknadsför liknande produkter som Consultec. Deras motsvarighet till PlanCon heter Asta Power Project och motsvarigheten till PlanCon + heter Tilos (Novator 2012-04-11) samt (Consultec 2012-04-17).



Figur 25 Nätverksplan (PlanCon +)

Programmet är alltså i grunden ett tidplaneringsprogram för skapande av produktionstidplaner i Gantt och nätplaner, men har senare utvecklats till att även kunna ta fram lägesplaner m.m. I den aktuella versionen (6.4.1) finns tidplanering, resursplanering, inköps- och

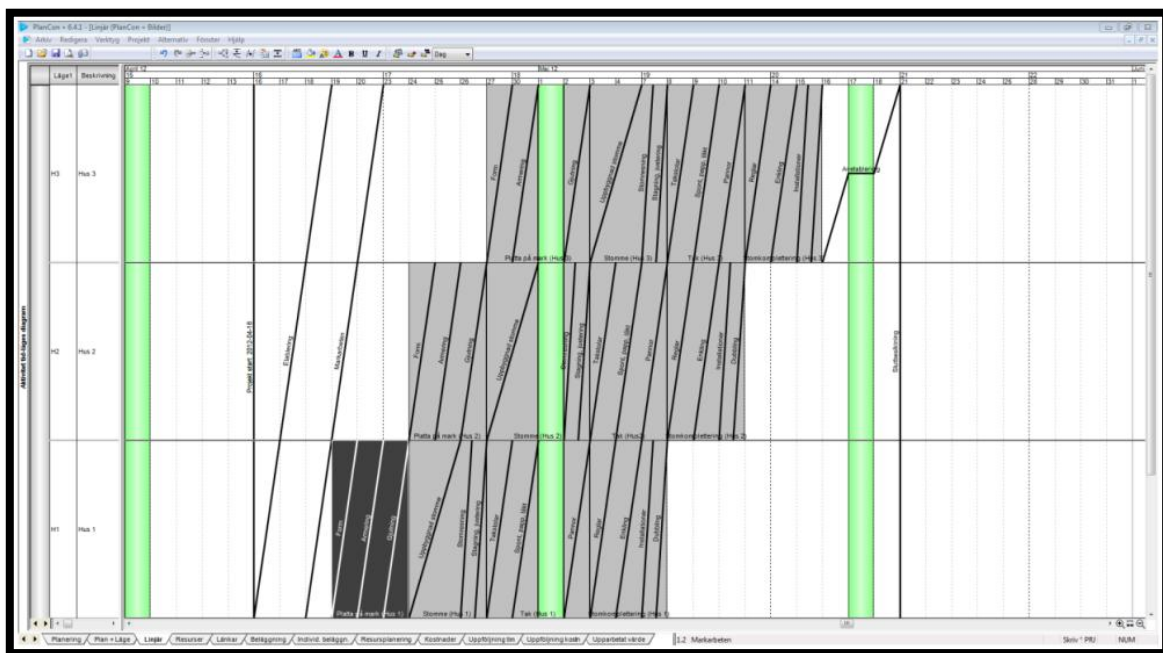


leveransplanering samt flera avstämningsmöjligheter. Det finns även en del funktioner som kan hjälpa till med resursutjämning och liknande, samt ett flertal färdiga mallar för att underlätta arbetet (Consultec 2012-04-12).

För att göra en tidplan i PlanCon kan man börja på flera sätt. Man kan importera en kalkyl från BidCon, öppna ett nytt projekt och skapa en egen mall eller så öppnar man en av de mallar som Consultec tagit fram för t.ex. byggplanering eller linjär planering. (Det finns även mallar som anpassats till VVS, EL och anläggning m.m.) Då man kommit in i sin fil och ska börja planeringen skriver man in de olika aktiviteter som projektet består av och sätter de samband och beroenden som finns mellan dessa med hjälp av länkfunktionen. Man kan sätta samtliga samband så som avslut-start och start-start etc. och förskjuta dessa precis som man själv önskar. Då man fört in sambanden kan man även tidsätta aktiviteterna utifrån de indata man har med sig från förplanering eller en ev. kalkyl. Man har nu en första överblick över hur lång tid projektet kommer att ta.

Efter detta kan resurser införas i form av såväl material som arbetare och mycket annat, man kan då planera projektet utifrån resurstillgångar och på så vis styra om byggtiden och beläggningen på bygget så denna blir optimal. Härefter kan inköps- och leveransplaner planeras utifrån byggtiden som fastslagits så att eventuella behov av materialresurser tillgodoses vid rätt tidpunkt.

Man kan även tilldela aktiviteterna olika lägen i PlanCon +, detta innebär att man kan säga att en aktivitet pågår på ett visst ställe, t.ex. våning 3 och en annan på våning 2 samtidigt. Detta genererar sedan en så kallad LOB, eller lägesplanering som visar huruvida olika aktiviteter krockar beroende på var de är lokaliserade. (Consultec 2012-04-17)



Figur 26 Lägesplanering LOB (PlanCon +)

## Programguide – PlanCon +

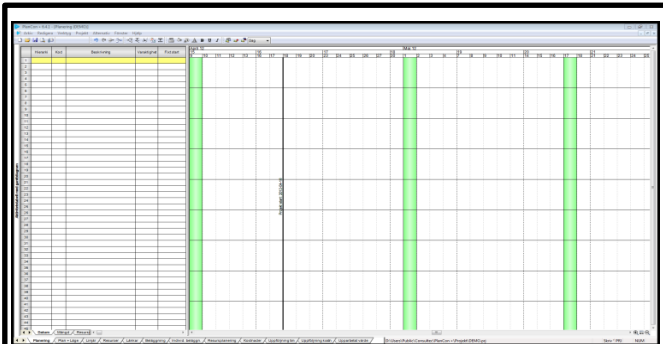


Bild 1 visar grundbilden som man utgår ifrån. Här är mallen "linjär.prj" vald som man kan utgå ifrån när man ritat en lägesbaserad tidsplan. I denna mall finns såväl nätplan med CPM som LOB-vy, där man kan föra in olika lägen för aktiviteterna. Man kan även resursplanera och föra in kostnader och göra uppföljningar.

Figur 27 Programguide PlanCon + (1)

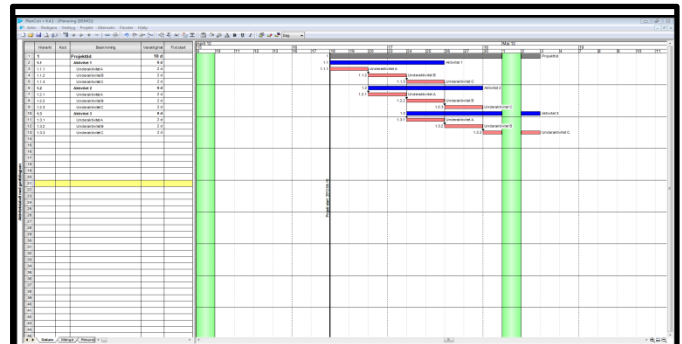


Bild 2 visar hur aktiviteter skrivits in i kolumnerna till vänster och sedan sammanlänkats med länkverktyget (ser ut som en kedjelänk i programmet). Aktiviteterna har sedan med hjälp av "verktyg" indelats i underaktiviteter och därefter tidsatts i kolumnerna till höger om aktiviteterna.

Figur 28 Programguide PlanCon + (2)

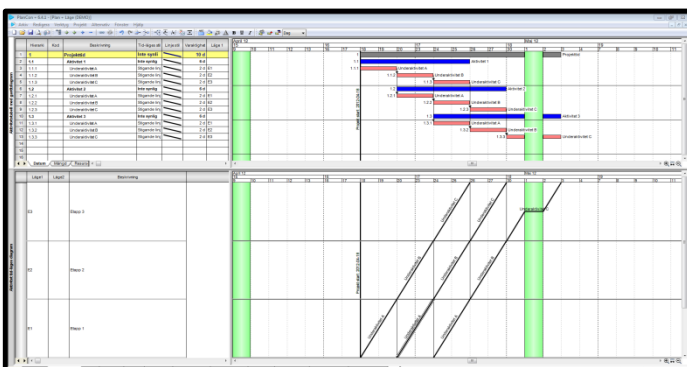


Bild 3 illustrerar möjligheten att lägga till lägen till aktiviteterna. Man kan dela in projektet i olika etapper eller våningar etc. Därefter tilldelar man varje aktivitet ett läge utefter var aktiviteten är planerad att utföras. På detta vis kan ev. krockar och problemområden upptäckas och stora nätplaner redovisas på ett alternativt sätt.

Figur 29 Programguide PlanCon + (3)

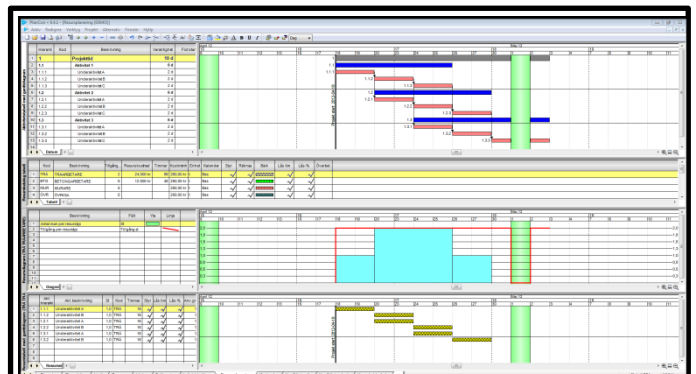


Bild 4 visar hur aktiviteterna resurssatts och planerats i resursfliken. De olika aktiviteterna har tilldelats olika resurser så som t.ex. trä- eller betongarbetare. Därefter kan projektet resursplaneras för att jämna ut ev. önskade luckor eller toppar i resursanvändningen.

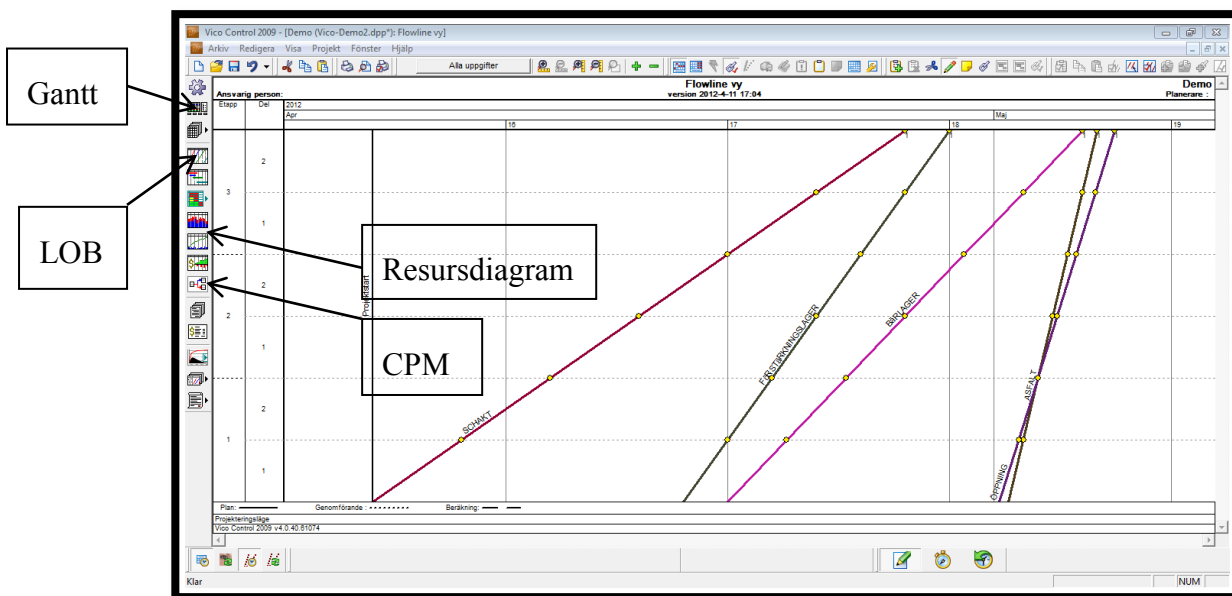
Figur 30 Programguide PlanCon + (4)

#### 4.7.4. VICO Control

VICO Control eller numer VICO Schedule Planner är ett mycket kraftfullt tidsplaneringsverktyg som är utvecklat av VICO software, i Sverige virtual construction software Sweden AB. Deras mål är att byggindustrin skall gå från ritningar till modeller så att man enklare kan illustrera och analysera sina projekt. I huvudsak arbetar VICO med 5D modellering där de hjälper byggföretag att skapa en 3D modell utifrån diverse modelleringsprogram. Sedan implementerar de tidsfaktorn 4D och till sist kostnaden 5D. Kända projekt där svenska VICO har medverkat och deras produkter använts är Kungsbrohuset och Waterfront building. Denna typ av tidsplanering hävdas kunna spara 15 % av byggkostnaden, öka förståelsen, minska risken och förkorta byggtiden med 10 %. VICO säljer ett 5D koncept som heter VICO Office, ungefär som Microsoft Office. Det innehåller däremot program som kan driva ett helt byggprojekt, från förstudie till förvaltning. Från illustrativ modell till mängdning, kalkyl, tidsplan och uppföljning.

VICOs tidsplaneringssystem innehåller Ganttvy, CPM-vy och LOB-vy alltså alla stora planeringsteknikerna i dag. Styrkan ligger främst i lägesplaneringstekniken. När planering skall startas upprättas strukturen först i Ganttmenyn. Beroenden mellan aktiviteter kopplas samman och man skapar en nätplan. När nätplanen är färdig kan man se den kritiska linjen dels i Gantt-vyn eller välja att gå in i CPM-vyn.

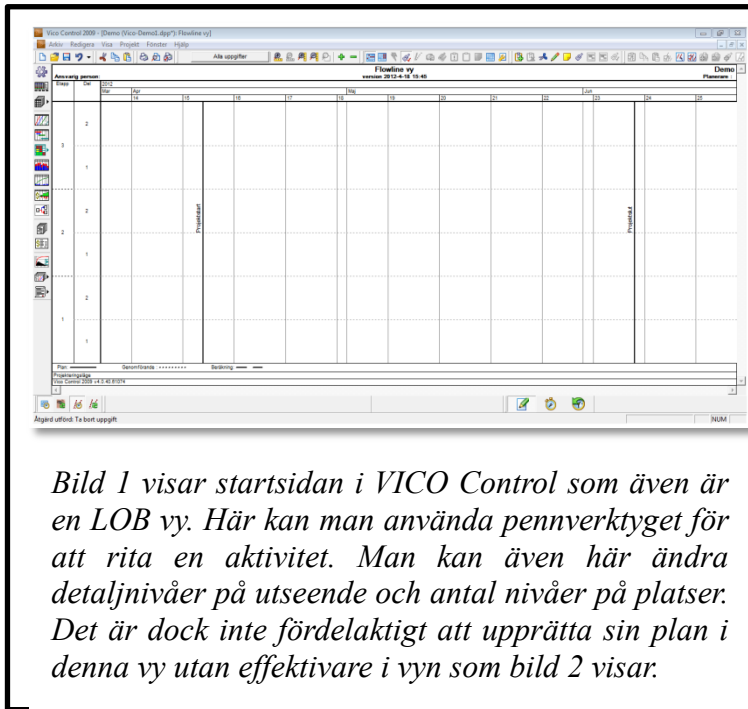
Man kan där följa de moment som inte får bli försenade. Lägesplaneringsvyn är plats och tidsatt. Man kan i den vyn utläsa vart, när och hur fort en aktivitet skall utföras. Då kan problem upptäckas som annars i Gantt och CPM-vyn inte skulle komma upp till ytan fören problemet inträffat. VICO Schedule Planner



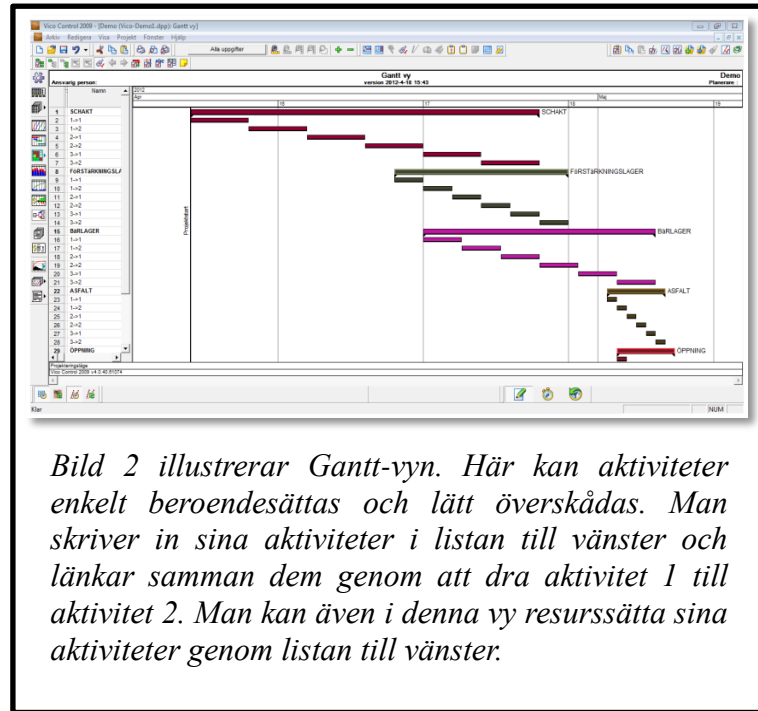
Figur 31 Programvy (VICO Control)

planeringstekniker och illustrationer av tidsplaner utan även kraftfulla verktyg för avstämning, resursplanering, leveranser, mängdförteckning, kontroll, simulering samt kassaflödesuppföljning (VICO 2012-04-11).

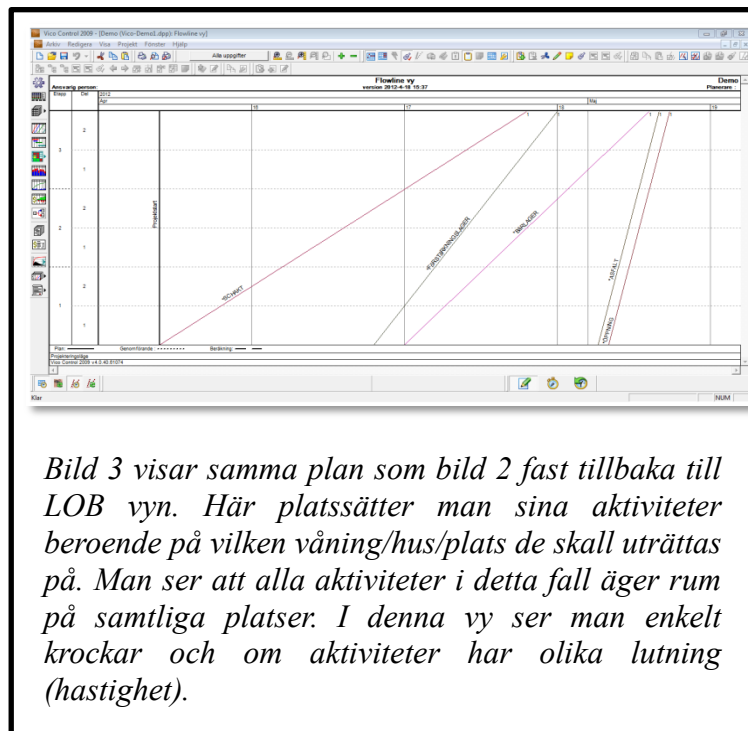
## Programguide – VICO Control



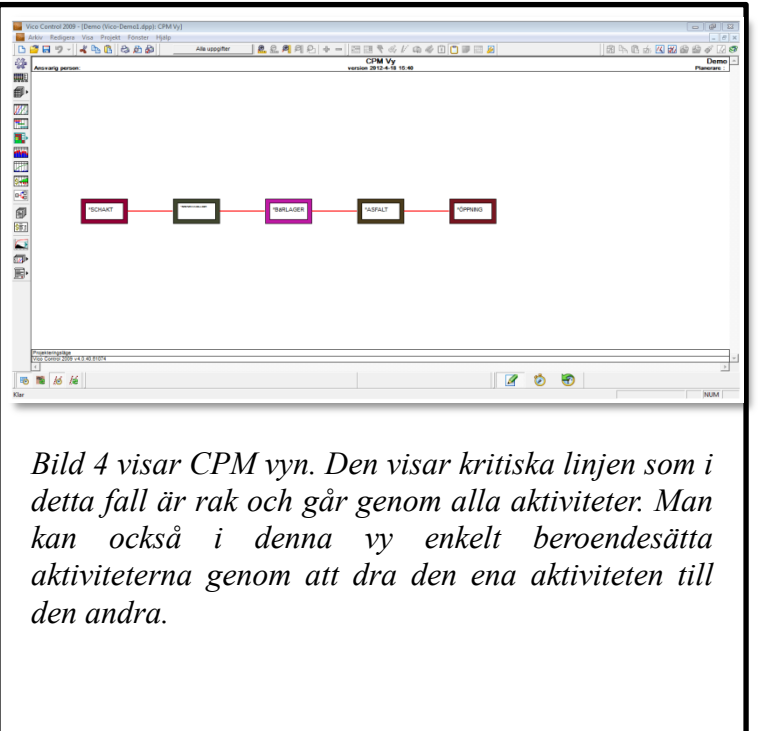
Figur 32 Programguide VICO Control (1)



Figur 33 Programguide VICO Control (2)



Figur 34 Programguide VICO Control (3)



Figur 35 Programguide VICO Control (4)

#### 4.7.5. CRAMO APD

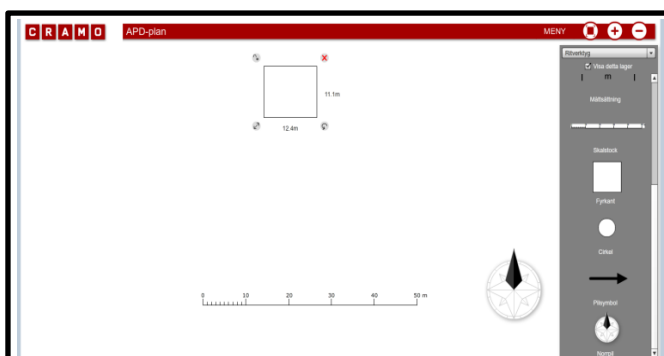
CRAMO APD, är ett APD-plan verktyg från CRAMO. Det är ett webbaserat ritprogram som innehåller de flesta delarna som behövs för att upprätta en placeringsritning. Programmet innehåller allt från bodar och toaletter till kranar och elledningar. Man kan modifiera delarna efter behov såsom antal bodar i rad och i höjd, kranlängd och mycket mer. Programmet bygger på att användaren har en färdig .dwg fil, kan ladda in den och utefter den upprätta sin plan. Efter att planen är upprättad är allt innehåll med mängder och längder samlat på en lista för att enkelt kunna sändas till CRAMO för uthyrningsoffert (CRAMO 2012-04-19).

#### Programguide – CRAMO APD



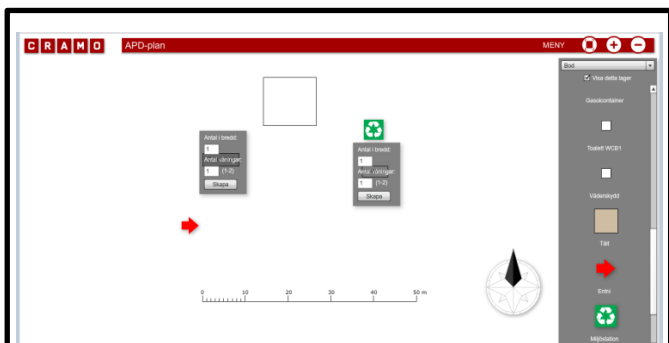
*Bild 1 visar grundbilden som man utgår ifrån. Här finns möjlighet till att lägga in en egen grundkarta som man kan utgå ifrån när man ritat en APD-plan. Då slipper man dra linjer och kan endast inrikta sig på att lägga till bodar, kranar, el, va, vvs, ställning och andra hyr bara produkter eller viktiga symboler som APD-planen behöver illustrera.*

Figur 36 Programguide CRAMO APD (1)



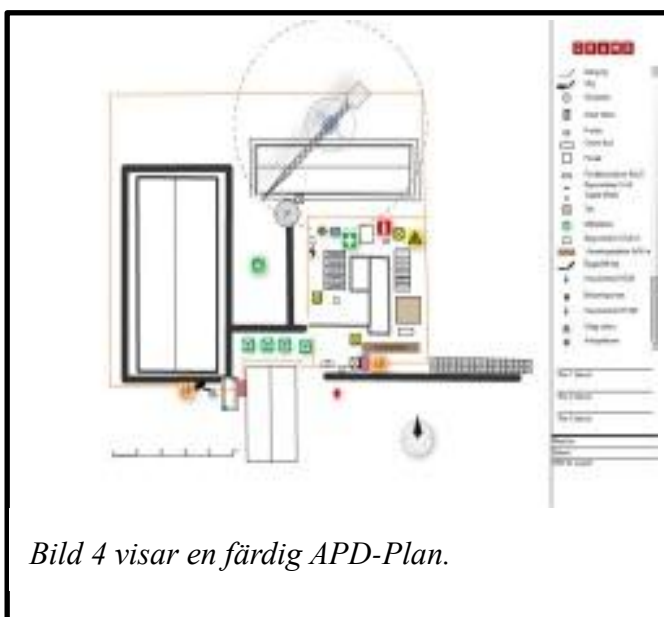
*Bild 2 visar att om man inte lägger till en egen grundkarta kan man enkelt rita egna hus med linjer eller fyrkantsverktyget. Programmet ger även möjlighet till att lägga till symboler som norrpil, skalstock och mycket mer.*

Figur 37 Programguide CRAMO APD (2)



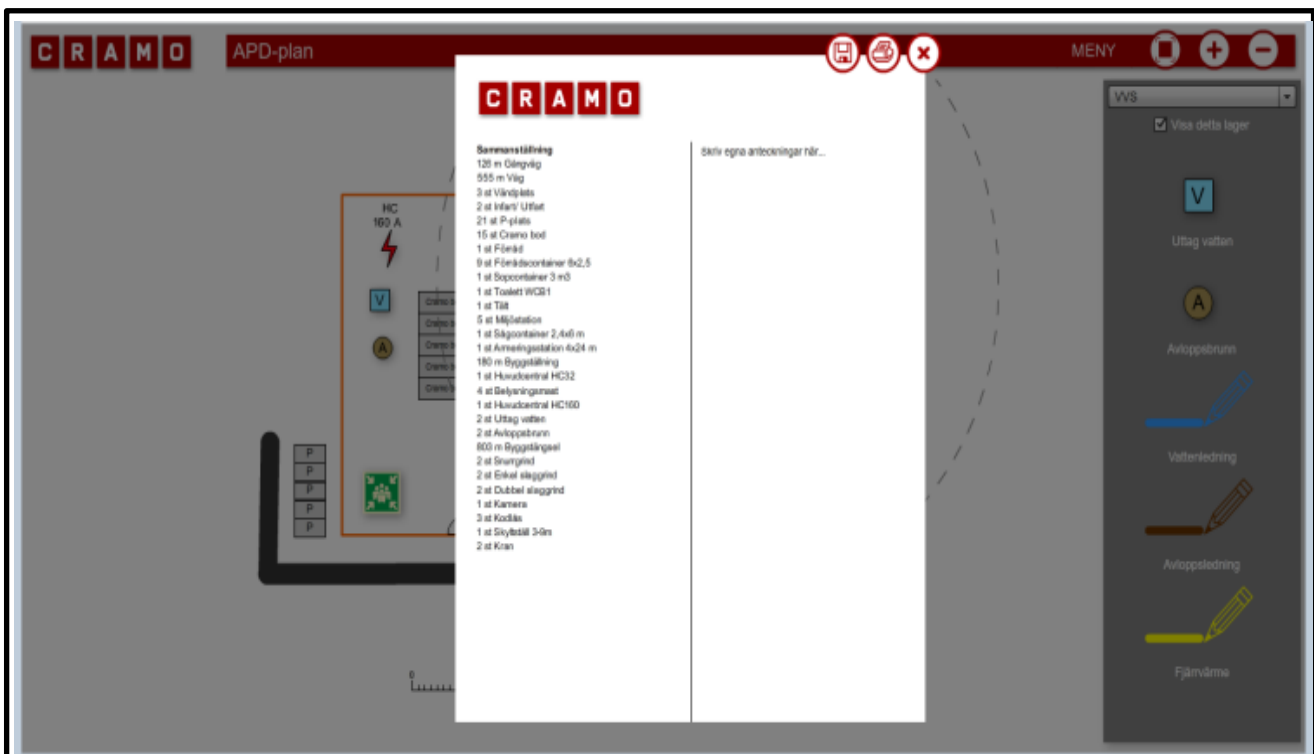
*Bild 3 illustrerar möjligheten att lägga till bodar och containers. När man drar in exempelvis en container kommer en ruta upp som frågar om höjd och antal i bredd. De valda antalen synkas mot CRAMOs sammanställningslista som enkelt skickas för offert. Symboler för miljöstation och säkerhetsprodukter finns även att lägga till.*

Figur 38 Programguide CRAMO APD (3)



*Bild 4 visar en färdig APD-Plan.*

Figur 39 Programguide CRAMO APD (4)

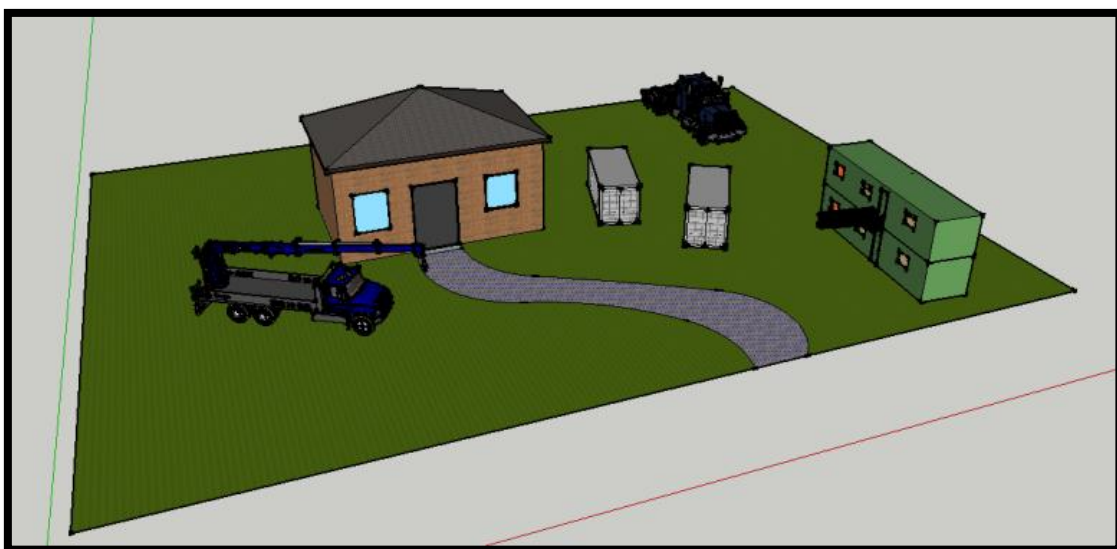


*Bild 5 visar sammanställningslistan som enkelt skickas till CRAMO för prisförslag.*

**Figur 40** Programguide CRAMO APD (5)

#### 4.7.6. Google SketchUp

Google SketchUp är ett enkelt och användarvänligt 3D-moduleringsverktyg. En gratisvariant finns för alla, som innehåller allt som behövs för att rita vanliga 3D-modeller. En betalversion finns för lite mer avancerade användare där man t.ex. kan importera skisser och sedan använda linjerna i programmet. Sketch up använder sig utav en komponentdatabas där alla kan lägga till egentillverkade komponenter som sedan kan användas av alla vid 3D modellering. Databasen innehåller allt från bilar till hus och ökar kontinuerligt (GOOGLE 2012-04-18).



**Figur 41** APD-plan (Sketchup)



## Programguide – Google SketchUp

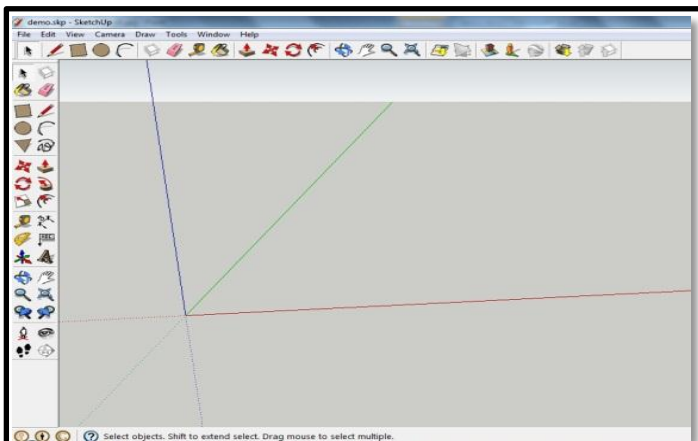


Bild 1 visar startskärmen i SketchUp. Härifrån bygger man enkelt sin modell. Verktygen som kan användas visas till vänster och innehåller allt från rita linjer till drag, som drar ut en vald form. Se bild 2. De viktigaste stegen för att navigera är att hålla nere skift för att flytta bilden i 2D och hålla nere scroll för att styra

Figur 42 Programguide Google SketchUp (1)

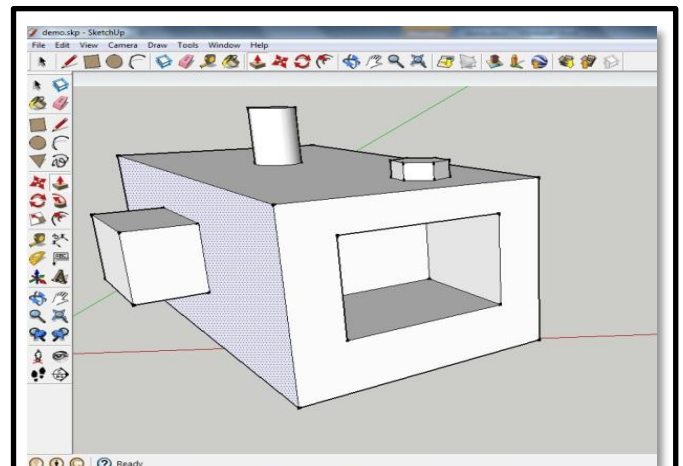


Bild 2 visar dragverktyget. Det enda som ritades från början var en stor rektangel i 2D och sedan har delar dragits ut med hjälp av dragverktyget.

Figur 43 Google SketchUp (2)

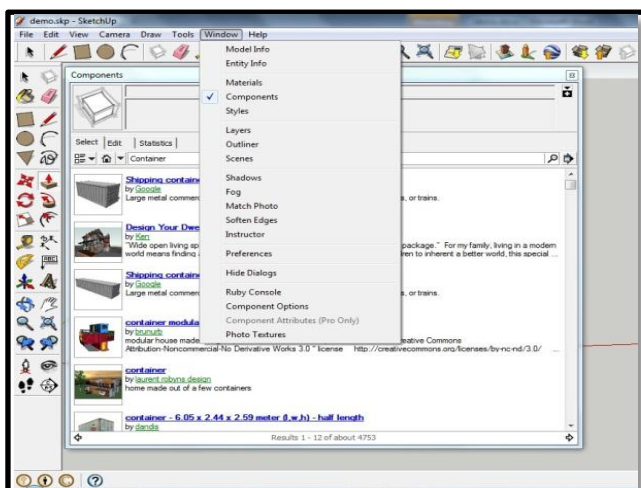


Bild 3 visar 3D Warehouse. Här kan man söka efter produkter man behöver för att skapa sin APD-plan.

Figur 44 Google SketchUp (3)

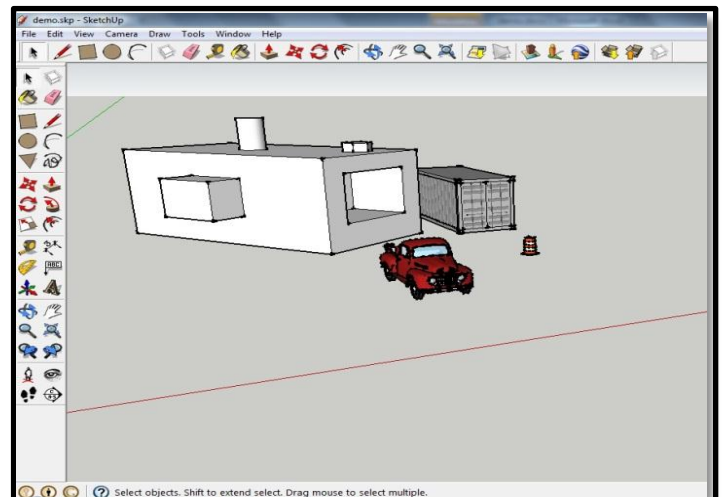


Bild 4 visar ett par produkter från 3D Warehouse.

Figur 45 Google SketchUp (4)





## **5. Genomförandet**

Detta arbete har följt en väl genomarbetad tidsplan som togs fram under förstudien, vilken upptog första veckan av tio arbetsveckor. Under förstudien lades grundidén om vad rapporten skulle utmynna i och ett tydligt mål arbetades fram. Målet var att skriva om byggproduktionsplanering och upprätta en mall för MVB Öst, hur de skulle planera sin produktion från platschefen fått jobbet till han lämnat ifrån sig det.

Litteraturstudien startades vecka två och fortgick vecka tre parallellt som programverktyg i produktionen testades. Under denna vecka gjordes även ett platsbesök hos arbetschef och handledare Tobias Lundberg.

Under platsbesöket på Kv. Skuleskogen tog arbetet en liten vändning. Målet omarbetades från att skapa den tidigare mallen, till att fördjupa oss i tidsplaneringsteorier och testa olika verktyg för att praktisera dessa i. Fortfarande ville helheten i byggproduktionsplanering behållas för förståelsen och kunskapen. Det resulterade i att rapportnamnet ändrades till byggproduktionsplanering en studie av metoder och verktyg.

Vecka fyra startades sedan försök 1, som innebar att omarbete MVB Östs huvudtidplan för projekt Kv. Skuleskogen, med hjälp av de olika testade programmen och teorierna för tidsplanering som behandlats i rapporten.

Den femte veckan startades försök 2, som innebar att omillustrera Kv. Skuleskogens APD-Plan i två olika former, genom CRAMO APD-Plan och genom Google SketchUp. Denna vecka intervjuades även personal på projektet, för att insamla erfarenheter och åsikter om de olika inhämtade och testade metoderna tillsammans med våra utförda försök.

Under vecka sex, påbörjades rapportskrivandet och bearbetandet av den inhämtade faktan. Här lades tid enbart på textförfattande men även en obligatorisk föreläsning i rapportskrivande.

Under den sjunde veckan utvecklades rapporten ytterligare samtidigt som analys, begreppsförklaring och resultat författades. Detta arbete fortsatte även in på den åttonde veckan där även en uppföljning gjordes med handledaren vid KTH, Bengt Adolphi. Här skrevs även inledning och övriga delar av rapporten färdigställdes.

Under vecka nio och tio justerades rapporten och vissa kompletteringar gjordes utifrån de kommentarer som framkommit under det avslutande möten med examinator och handledare. Här skapades även presentationsmaterial och förberedelser inför presentationen gjordes.

### **5.1. Försök**

#### **Inledning**

Denna rapport kommer innehålla två stycken försök. Det första försöket kommer behandla byggproduktionsplaneringsgrenen tidsplanering och dess teorier, metoder och verktyg. Det andra försöket kommer behandla APD-planen, ett annat verktyg i planeringen.

#### **5.1.1. Försök 1 - Metoder och verktyg för tidsplanering**

##### **Syfte**

Målet och syftet med försöket är att jämföra olika tidsplaneringsprogram och olika planeringstekniker för att senare analysera vilket som är mest lämpat i byggproduktion och på entreprenadföretaget MVB Öst.

##### **Upplägg**

1. Platsbesök för att se projektet i verkligheten och för att inhämta huvudtidplanen.
2. Utifrån MVBs huvudtidplan göra om planen i olika program för att testa olika tekniker.
  - a. Använda program:
    - Excel
    - MS project
    - PlanCon +
    - VICO Control
  - b. Använda tekniker:
    - Gantt
    - CPM
    - LOB
3. Sammanställa för och nackdelar i programen utifrån specificerade krav i form av en tabell.
4. Använda resultaten till intervjuerna

### Genomförande

Tillgång till MVBs huvudtidplan över projekt Kv. Skuleskogen genom platsbesök, där även se projektet med egna ögon. I kronologisk ordning testa programmen för att följa utvecklingen från Gantt till LOB. Första försöket görs därmed med Microsoft programmet Excel. Det första som kommer att göras är att skapa en tidsaxel och en aktivitetsaxel. På aktivitetsaxeln skrivs sedan de på huvudtidplanen specificerade aktiviteterna. Med hjälp av färgfyllningsverktyget i Excel skapas horisontella staplar efter respektive aktivitets namn och under rätt tidshorisont. Målet med Excel är att illustrera huvudtidplanen med olika färger och olika tjocklekar på ramar för att försöka visualisera Gantt-schemat i Excel på ett annat sätt än MVBs huvudtidplan i dagsläget.

Nästa försöksprogram blir MS Project. Ett av Microsoft mer byggtillämpbart tidsplaneringsprogram. MS Project är uppbyggt som Microsofts övriga program men skiljer sig från Excels tidsplaneringssätt genom att det är möjligt att nätplanera. Sätta samband och beroenden mellan aktiviteter. Målet med MS project är att upprätta ett beroendesatt Gantt-schema för att upplysa skillnaden mellan tidsplaneringstekniker och program.

Program nummer tre är PlanCon +. Ett tidsplaneringsprogram från Consultec koncernen. MVBs tidplan som försöket kommer bygga på är skapat med hjälp av grundversionen PlanCon. PlanCon låter planeraren tillämpa antingen Ganttmetoden eller CPM metoden. Och huvudtidplanen är skapad med planeringsmetoden Gantt med vissa beroenden utsatta. Detta försök kommer behandla PlanCon + som utöver Gantt och CPM innehåller en metod som kallas LOB. I LOB planerar man vertikalt och man kan se vart olika aktiviteter kommer utföras, för att förutse krockar och lösa problem. Målet är att illustrera huvudtidplanen i PlanCon + som både en CPM och en LOB.

Sista programmet heter VICO Control eller VICO Schedule Planner. Ett program som använts på flera stora projekt och som var med och testade LOB från allra första början. Detta program klarar samma saker som PlanCon + och dessa två företag kan anses vara största konkurrenter. Målet med detta program blir att illustrera en Gantt och en LOB för att se skillnaden mot PlanCon och för att testa teknikerna.

När alla programmen är testade kommer en jämförelse mellan dessa göras med hjälp av mallen nedan.

Tabell 1 Programjämförandemall

Försök 1	Programjämförelse			
Program	Excel	MS Project	PlanCon +	VICO Control
Krav				
<u>Funktioner</u>				
Gantt				
Beroenden				
CPM				
PERT				
LOB				
Beläggning				
Leveransplanering				
Uppföljning				
Resursplanering				
Länk-vy				
Utskrift				
<u>Användarvänlighet</u>	<b>Betyg 1-5</b>			
Lätt att komma igång				
Lätt att skapa Gantt				
Lätt att skapa nätplan				
Lätt att skapa CPM				
Lätt att skapa LOB				
Lätt att redigera				
Lätt att navigera runt				
Lätt att skriva ut				
<u>Design</u>				
Utseende				
Enkelhet				
Upplevelse				
Utskrift				
Summa betyg	0	0	0	0

### Förväntat resultat

Inför försöket blir förväntat resultat en komplett jämförelse som går att analysera och efter det skapa en rekommendation till entreprenadföretaget MVB Öst.

#### 5.1.2. Försök 2 - Verktyg för arbetsplatsdisposition

##### Syfte

Med detta försök kommer syftet att belysa vikten, meningen och illustrera användarvänligt en 3D APD-plan som MVB Öst kan använda sig av vid deras planering och produktionsstyrning. Även testa CRAMO:s nya tjänst CRAMO APD-plan och se om det är ett bra alternativ i

planeringen.

### **Upplägg**

1. Vid intervjuer lyssna om intresse finns för detta försök
2. Vid intresse inhämta befintlig APD-plan och nödvändig data
3. Med hjälp av Google sketch up och CRAMO APD skapa ny APD-plan
4. Boka ny intervju och visa resultatet

### **Genomförande**

Vid intervjuer ta reda om problem uppstår på arbetsplatsen som grundas i disposition eller utrymme. Samt om det kunde lösts tidigare med hjälp av en enkel simulering i en 3D skiss. Berätta om CRAMO:s nya APD-verktyg som innehåller deras produkter och om den kan vara användbar. Om intresse finns skapa en 3D plan med hjälp av gratisprogrammet Google SketchUp. Samt testa CRAMO APD-plan för att se om det är ett bra verktyg. När dessa två uppgifter är uppfyllda redovisa resultatet vid en ny intervju.

### **Förväntat resultat**

3D modellering är framtiden inom byggindustrin. Det gäller för alla företaget att hoppa på tåget i tid för att vinna kunskap inom dessa verktyg. Google SketchUp kan vara kostnadseffektivt då tiden för upprättande inte bör vara enorm och vinsten blir ganska omfattande. Det kan lösa problem som, kommer långtradarna få plats, om det kommer 4 samtidigt kommer de förbi i trånga utrymmen? En 3D-modell kan simulera framtiden och motverka enkla problem till en liten kostnad.

CRAMO APD-plan, ett produktverktyg skapat för att förenkla beställningar från kunder. En spännande satsning från CRAMO.

## **5.2. Intervjuer**

### **Syfte**

Huvudsyftet med intervjuerna kommer att vara att få information om nuläget i MVB. Hur de ser på planering i stort, hur de planerar och de tycker det fungerar idag samt hur de skulle vilja planera framöver. Det andra syftet kommer vara att lära oss mer om planeringskonsult Börje Anderssons planeringsmetod. Det sista syftet blir att få feedback på de två genomförda försöken.

### **Upplägg**

1. Boka intervjutider efter halva projekttiden.
2. Intervjua olika roller i planeringen
3. Visa försöken
4. Sammanställa intervjuerna

### **Genomförande**

Intervjuerna kommer ligga till grund för nulägesanalysen och för resultatet på försök 1 och 2. Här nedanför redogörs för de frågor som ställs under intervjuerna. De roller som kommer intervjuas är följande. MVB platskontor, arbetschef Tobias Lundberg, platschef Mats Johansson, planeringskonsult Börje Andersson, samt KTHs handledare Bengt Adolphi. Vid intervjuerna kommer förutom frågor ställas också visas resultat på försök 1 och försök 2 för att få feedback och kommentarer på dessa. Här kommer även de olika planeringsmetoderna presenteras om inte kännedom om dessa sedan tidigare existerar. Efter genomförda intervjuer kommer svaren sammanställas i resultatdelen och fungera som källa till nulägesanalysen.

Svaren kommer även att analyseras och påverka slutsatsen.

### **Frågor**

- Hur tidsplanerar ni och varför?
- Vad är de största problemen i dagens planering hos er?
- Finns intresse/ behov av att utveckla planeringen på individ-/företagsnivå?
- Vilka är de vanligaste problemen i planeringsskedet?
- Vad är din syn på planeringen, jämför historiskt med nutid och framtid?
- Vad anser ni om vårt försök 1? Vilka planer är bra, respektive dåliga?
- Finns intresse/behov för ev. 3D-modell för detta?



## 6. Resultat

### 6.1. Försök 1

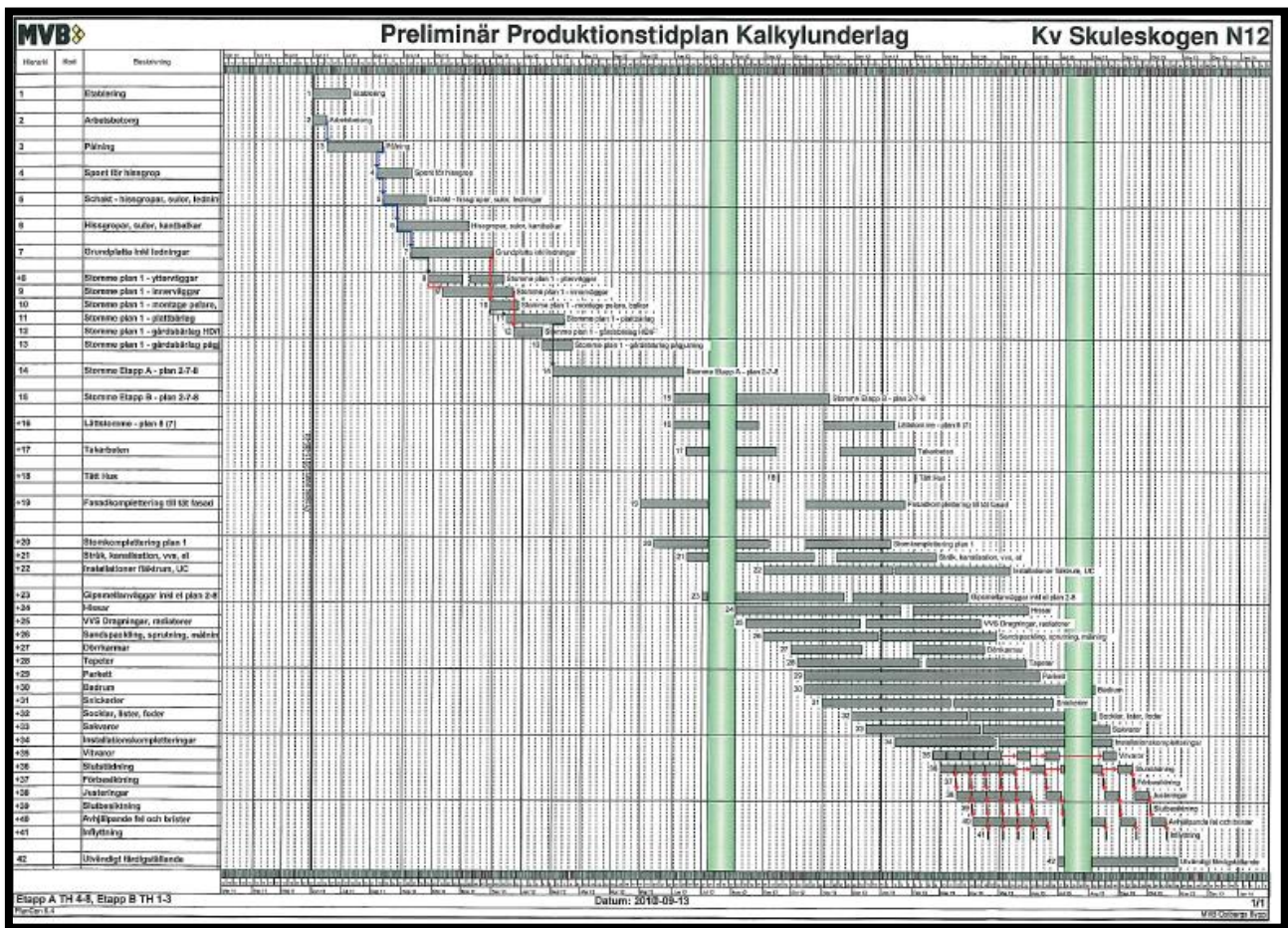
Försök 1, hade två deluppgifter den första delen gick ut på att jämföra Excel, Microsoft Project, PlanCon + och VICO Control enligt en upprättad kravspecifikation. Del två var att illustrera om MVBs befintliga huvudtidplan för Kv. Skuleskogen i ovanstående program, och i de olika planeringsmetoderna programmen gav möjlighet till. Följande resultat har erhållits.

Resultat på del 1 är kravspecifikationen nedan:

Tabell 2 Resultat av programjämförande

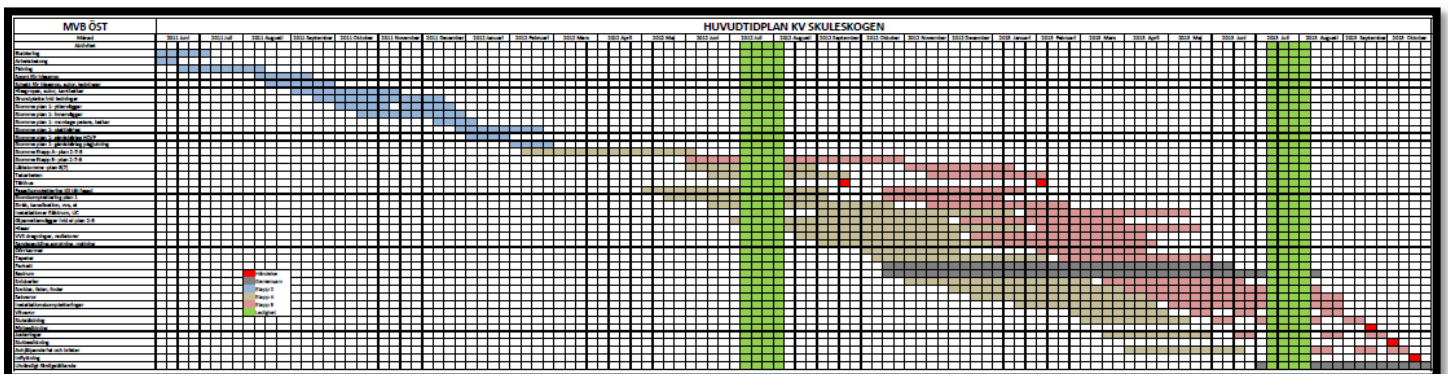
Försök 1	Programjämförelse			
Program	Excel	MS Project	PlanCon +	VICO Control
<b>Krav</b>				
<u>Funktioner</u>				
Gantt	JA	JA	JA	JA
Beroenden	NEJ	JA	JA	JA
CPM	NEJ	NEJ	JA	JA
PERT	-	-	-	-
LOB	NEJ	NEJ	JA	JA
Beläggning	NEJ	JA	JA	JA
Leveransplanering	NEJ	-	JA	JA
Uppföljning	NEJ	NEJ	JA	JA
Resursplanering	NEJ	JA	JA	JA
Länk-vy	NEJ	NEJ	JA	JA/NEJ
Utskrift	JA	JA	JA	JA
<u>Användarvänlighet</u>	<b>Betyg 1-5</b>			
Lätt att komma igång	5	4	4	3
Lätt att skapa Gantt	5	5	5	5
Lätt att skapa nätplan	0	2	4	3
Lätt att skapa CPM	0	0	4	4
Lätt att skapa LOB	0	0	3	4
Lätt att redigera	5	2	3	2
Lätt att navigera runt	4	1	3	3
Lätt att skriva ut	5	2	4	3
<u>Design</u>				
Utseende	3	2	4	3
Enkelhet	4	2	3	2
Upplevelse	2	1	4	3
Utskrift	4	2	4	3
<b>Summa betyg</b>	<b>37</b>	<b>23</b>	<b>45</b>	<b>38</b>

Här ser man MVB:s befintliga huvudtidplan över projektet Kv. Skuleskogen. Denna plan har legat grund till de efterföljande illustrationerna gjorda i de olika programmen. MVBs huvudtidplan är skapad i programmet PlanCon och planeringsmetoden de använt är en blandning mellan nätplanering och Gantt:



Figur 46 Gantt-schema (PlanCon)

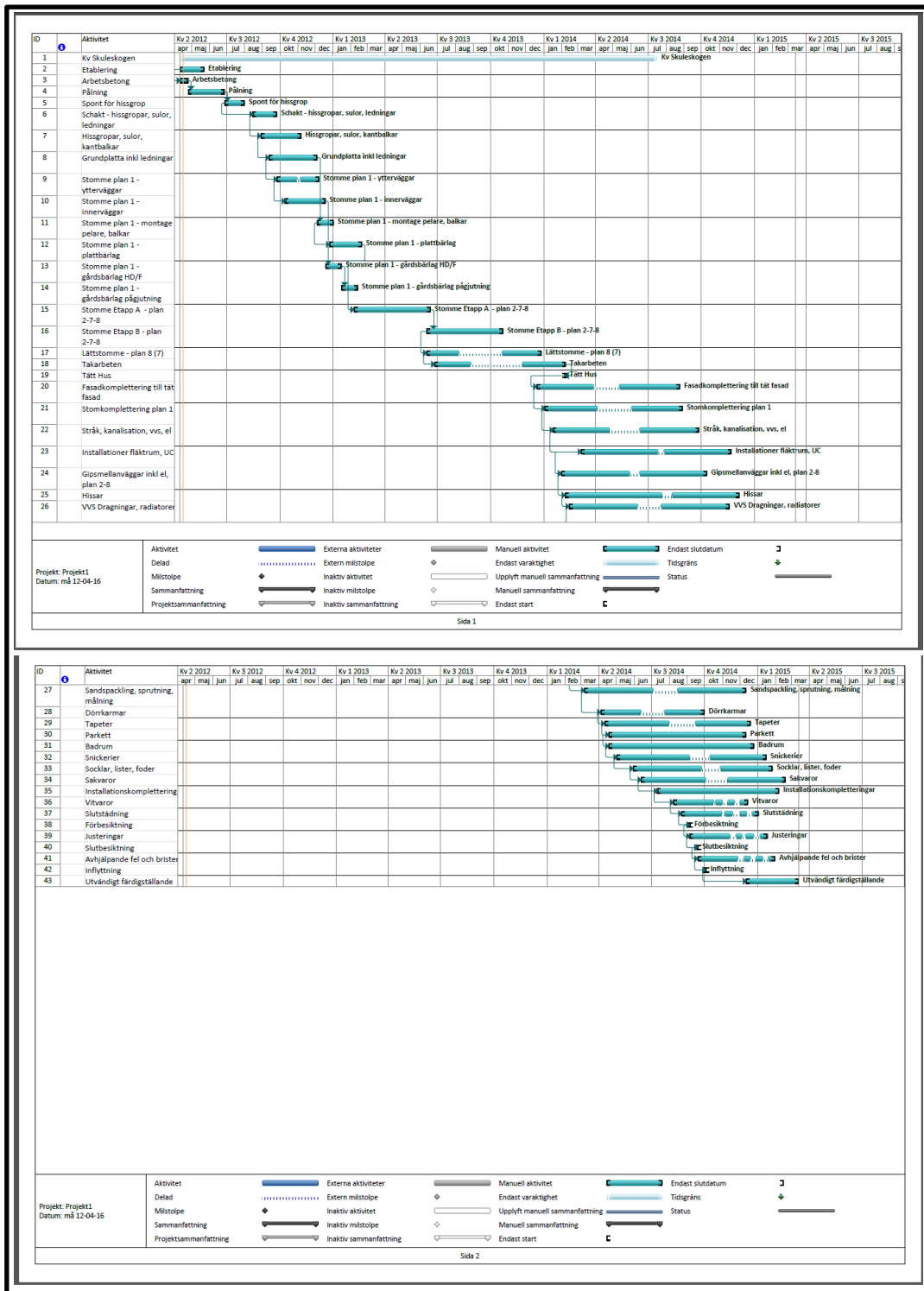
Nedan visas MVBs huvudtidplan skapad i programmet Excel och med planeringsmetoden Gantt:



Figur 47 Gantt-schema (Excel)

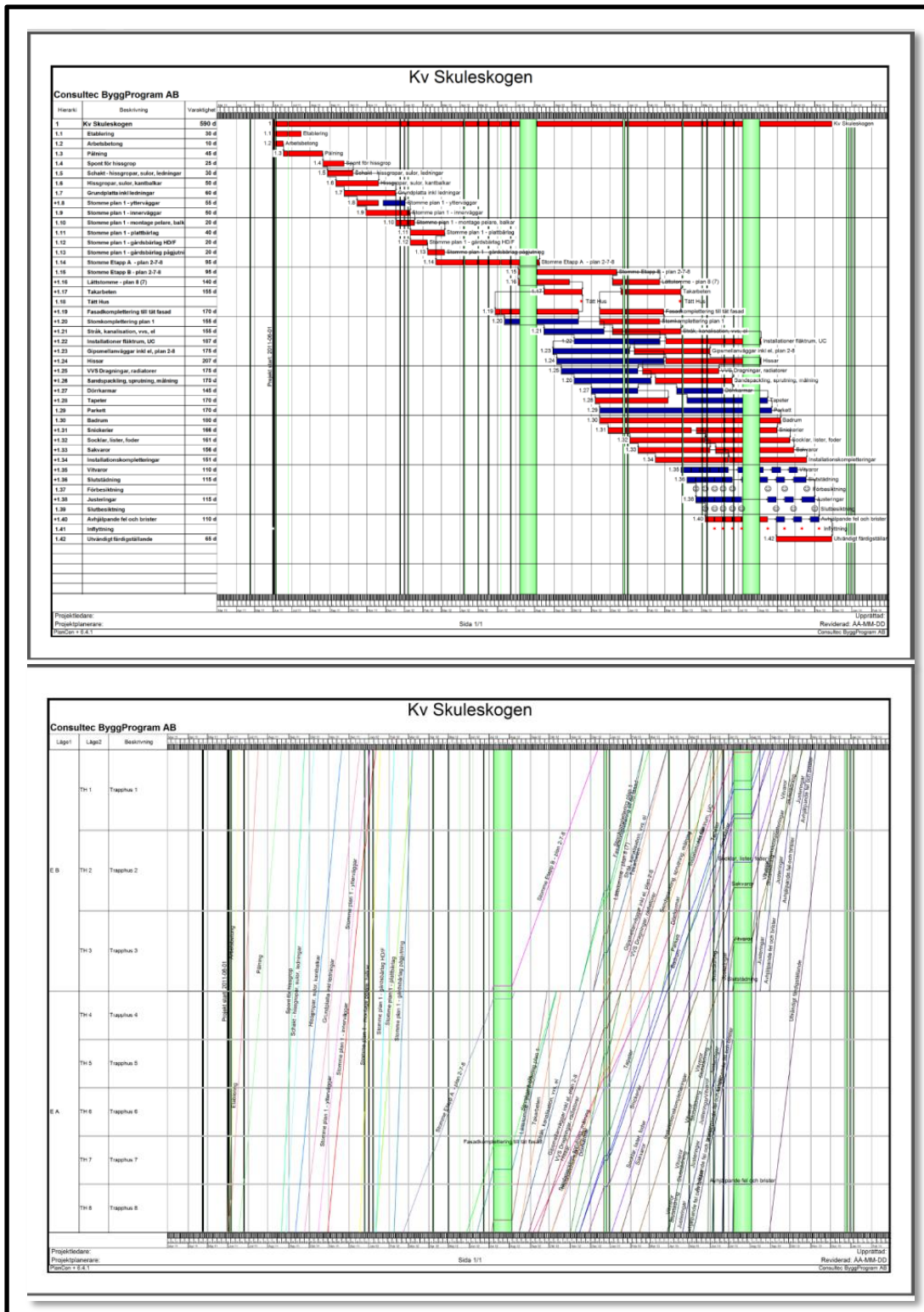


Här visas MVBs huvudtidplan i programmet Microsoft Project. Planeringsmetoden som är använd är nätverksplanering. Ett beroendesatt Gantt-schema:



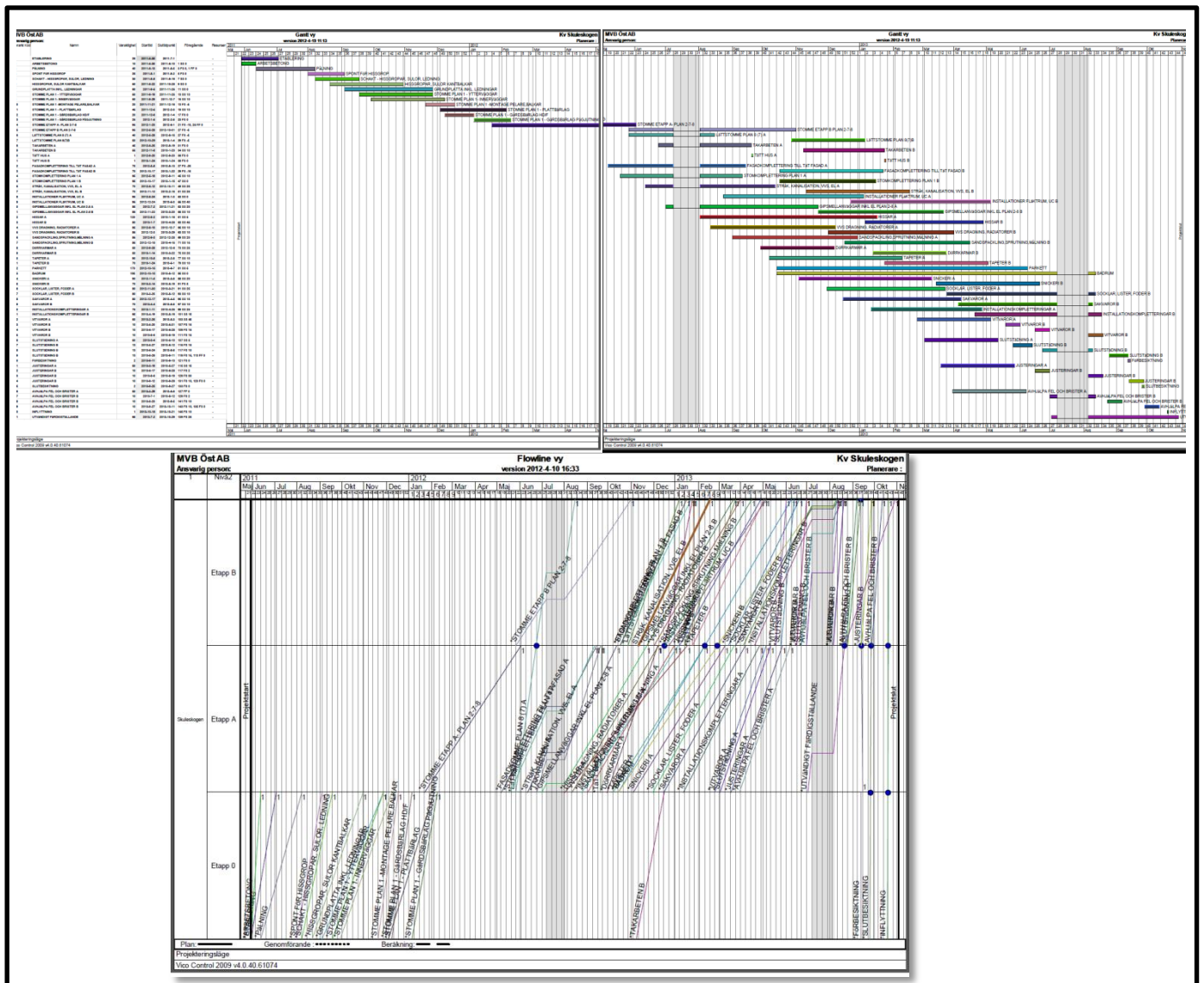
Figur 48 Nätplan (Microsoft Project)

Här kan man se MVBs huvudtidplan upprättad med hjälp av PlanCon + och med planeringsmetoden CPM och LOB:



Figur 49 Nätplan med CPM samt LOB (PlanCon +)

Här ser man MVBs huvudtidplan upprättad med programmet VICO Control och med planeringsmetoden Gantt och LOB:

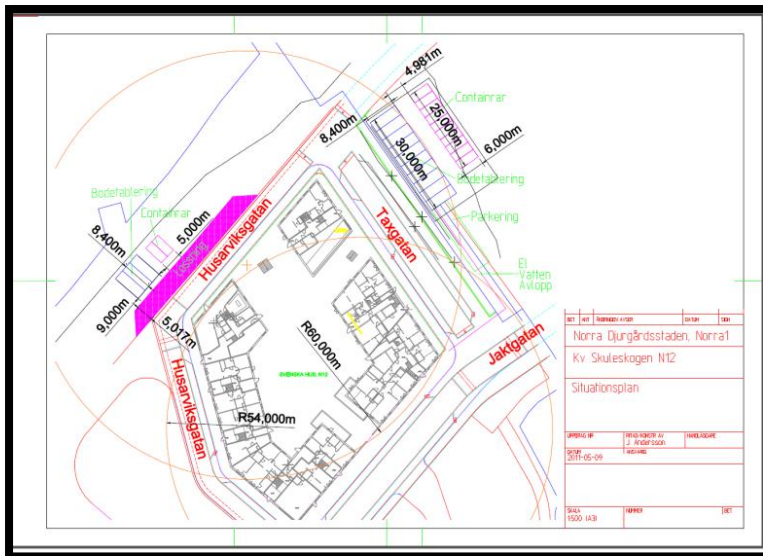


Figur 50 Nätplan med LOB (VICO Control)

## 6.2. Försök 2

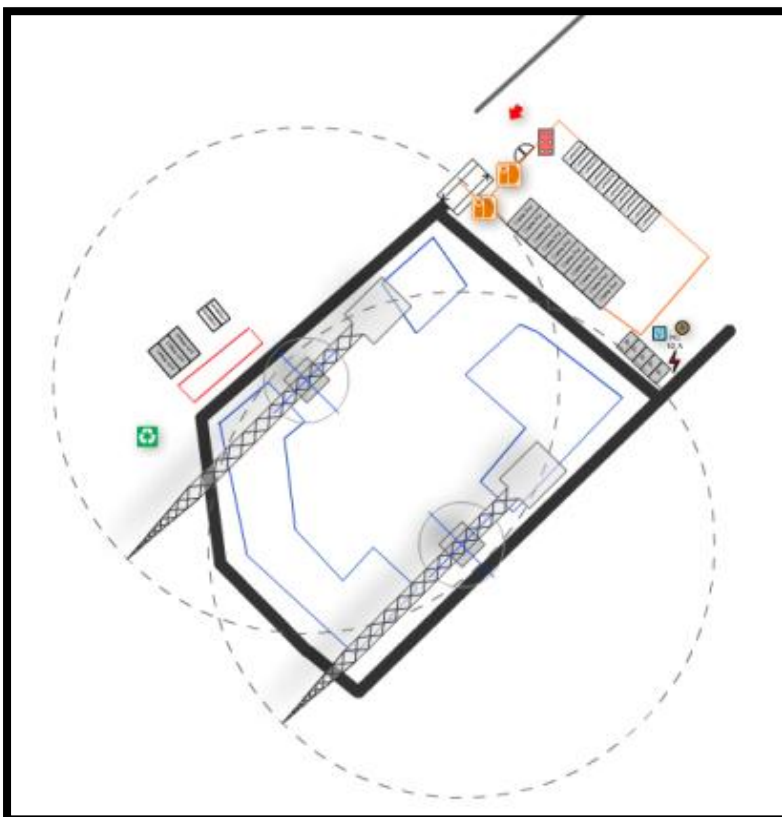
Försök 2 gick upp på att utifrån MVBs befintliga APD-Plan göra om den i programmen CRAMO APD-Plan och Google SketchUp.

Här visas MVBs befintliga APD-Plan som är skapad i programmet AutoCad och visar arbetsplatsen i 2D vy. Denna plan utgår nedanstående illustrationer ifrån:



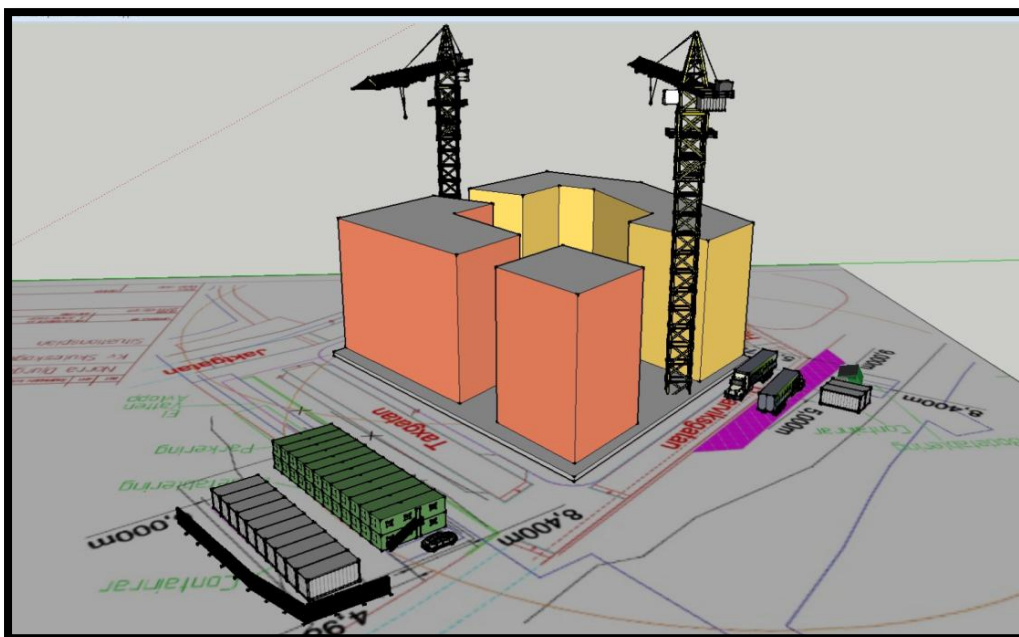
Figur 51 APD-Plan (AutoCAD)

Nedan kan man se MVB:s APD-Plan omarbetad i det webbaserade programmet CRAMO APD-Plan:



Figur 52 APD-Plan (CRAMO APD)

Här visas MVBs APD-Plan upprättad i programmet Google SketchUp, här i 3D vy:



Figur 53 APD-Plan (Google SketchUp)

### 6.3. Intervjuer

- Hur tidsplanerar ni och varför?

Platschef Mats Johansson, menar att planeringen skall göras för hand med papper och penna för bästa inläring av projektet och dess aktiviteter, men att planerna sedan kan föras in i t.ex. Excel för att åskådliggöra planerna för projektdeltagarna och enklare avstämningar. Mats säger att han planerar produktionstidplanen initialt och bryter sedan ner denna i mindre och mer detaljerade 3-veckors planer. Ofta planerar Mats projektet mellan slut- och starttiden, bakifrån projektets sluttid och gör om planen flera gånger som utkast för att sedan ta fram en slutgiltig plan ur de tidigare utkastet. Mats grundar sina tidsuppskattningar utifrån kalkylunderlaget och den egna erfarenheten samt ev. underentreprenörers kontrakt.

Planeringskonsult Börje Andersson, arbetar med Excel där han för in aktiviteterna och planerar bygget "kontinuerligt" i en metod som inte återfunnits i några av författarnas litteraturstudier. Börje menar att metoden växt fram under ett radhusprojekt då han var ansvarig för planeringen, men är inte säker på huruvida metoden används av någon annan. Metoden gör det lättare att stämma av projektet och dess timmar då man för in tiderna i varje aktivitet utifrån var aktiviteten fortgår och hur många yrkesarbetare som skall utföra denna. Planen kommer senare att kompletteras med resurshistogram och liknande. Börje menar att det viktigaste med en tidplan är att den visar tydligt hur arbetet skall fortskrida samt att den är enkel och avstämningsbar.

Börje menar att det är arbetsprocessen som är det viktiga och att skapa kontinuitet i arbetet så det flyter på i en jämn takt under hela projektet. Man bör beakta inkörning och därefter resursplanera så att man fördelar arbetsmomenten på yrkesarbetarna så att de efter inkörning av en aktivitet tilldelas flera andra aktiviteter så de fyller ut resurserna och effektiviserar arbetet.

- Vad är de största problemen i dagens planering hos er?

Mats Johansson menar att ett problem som stör planeringen är den korta ”startsträcka” som ofta finns i projekten. D.v.s. tiden mellan det att man vunnit ett anbud och produktionen skall igång. Då man idag strävar efter en bättre ekonomi i projekten från både beställare och entreprenörens sida så vill man självklart att färdigställandedatumet tidigareläggs så mycket som möjligt, vilket ofta påverkar planerings- och förberedandefasen. Mats menar att man får planera övergripande med de tider som finns och sedan lösa problemen i produktionen genom att tillsätta resurser osv.

- Finns intresse/ behov av att utveckla planeringen på individ-/företagsnivå?

Mats menar att tanken med att sätta in externa planerare är en bra tanke men det finns en del underliggande problem, som det faktum att man måste vara väldigt insatt i projektet för att kunna göra en rättvisande plan. Ofta hinner inte platschefen med att planera då han går från ett färdigt projekt direkt in i produktionen på ett annat utan att vara med i planeringsskedet av projektet. Då skulle en ev. Pl.ing. kunna vara med och planera projektet i förskedet med stöd av platschefen för att sedan lämna över planen till denna vid produktionsstart och sedan utveckla de kommande detaljerade planerna i samarbete med platschefen.

Arbetschef Tobias Lundberg är tydlig med svårigheterna i att föra in nya avancerade planeringsprogram i byggproduktionen på grund av dess karaktär, men är väl medveten om att ett program som uppfyller de krav som finns och kan medföra förbättringar till processen är nödvändigt. Han arbetar kontinuerligt med att utveckla planeringen i sina projekt och är av den åsikten att man i nyproduktion (såväl som ombyggnad) behöver satsa mer på planering. Tobias menar att entreprenadföretagen, trots behovet av utvecklingen inom planering och liknande, inte behöver vara med och leda utvecklingen av programvaror och liknande. Han menar istället att man snarare skall avvakta branschen, och tills vidare använda pålitliga metoder och erfarenheter, för att sedan ta del av de moderna hjälpmedlen när de är färdigutvecklade och mer applicerbara.

- Vilka är de vanligaste problemen i planeringsskedet?

Tobias Lundberg menar att en av de största utmaningarna med nya planeringsmetoder och program är att föra in dessa i produktionen och få folk att verkligen läsa dessa och framförallt att följa dem. Han menar även att det är svårt att planera ett projekt beroende på dess karaktär då vissa arbeten har enorma inkörningar och andra inte alls går att påverka tidsmässigt. Man kan inte förutse alla händelser och gardera sig mot alla problem som kan uppstå i ett projekt.

- Vad är din syn på planeringen, jämför historiskt med nutid och framtid?

KTHs handledare Bengt Adolfs menar att under 70- och 80-talet fungerade planeringen bra och var i det närmsta helt nödvändig för att produktionen ens skulle fungera, men att den under 90-talet försvann mer och mer som en följd av de ökade kraven på miljö och arbetsmiljö m.m. som upptog företagets resurser och tid från planeringen. Bengt Adolfs förklarar att på den tiden fanns ofta en s.k. Pl.ing. (Planeringsingenjör) på företagen som assisterade produktionschefer och andra planerare med deras uppgifter. Pl.ing. kan liknas med dagens entreprenadingenjör menar Bengt, då denne idag assisterar produktionschefen med de administrativa uppgifterna, däribland planering och uppföljning.



- Vad anser ni om vårt försök 1? Vilka planer är bra, respektive dåliga?

Bengt menar att de mest applicerbara metoderna av de vi redovisat är Gantt- och nätplan i Excel med kritiska linjen i åtanke under planeringen, men kanske inte nödvändigtvis uttritat på själva planen.

Mats anser att planerna skall tas fram med enkla hjälpmedel som t.ex. Excel, dels för att underlätta för den som planerar och lätta bördan från denne att lära sig onödigt komplexa program, samt för den som skall avläsa och stämma av tidplanen skall kunna göra detta snabbt och rutinmässigt. Mats anser att nätplaner och lägesbaserade planer som skapats i PlanCon + eller VICO Control blir för ”plottriga” och otydliga samt att de blir svåra att stämma av. Han menar även att det skulle bli svårt att applicera dessa planer på ett bygge då väldigt få individer skulle kunna ta till sig den information som finns i dessa planer då han anser att en plan har i främsta uppgift att vara tydlig och enkelt avläsbar.

Tobias menar när vi visar upp de olika program och metoder som finns i dagsläget att Excel med Gantt-schema är bra och tydligt (detta är den metod som företaget använder till viss del idag tillsammans med PlanCon och nätplaner). Då vi visar upp en nätplan i Microsoft Project tycker Tobias att den är relativt tydlig och avläsbar, vilket även vår nätplan i PlanCon + är. Tobias menar dock att de lägesplaner som vi visar upp från PlanCon + och VICO Control är för komplicerade och otydliga för byggproduktionen då enkelhet och avläsningsbarhet är viktigare än avancerade samband. Han tror dock att utvecklingsmöjligheter finns för dessa metoder.

Börje påpekar då vi visar våra olika planer att han tycker Gantt-schemat i Excel är det tydligaste och enklast avläsningsbara och att de andra programmen är något otydliga och inte lika överskådliga.

- Vad anser ni om våra APD-planer och finns intresse för ev. 3D-modell i produktionen?

Mats tycker att tanken med digitala APD-planer är god och menar att den 3D-modell vi tagit fram i Google SketchUp är mycket överskådlig och bra. Han tror att det helt klart skulle kunna vara användbart med en sådan modell över projektet, förutsatt att den går att uppdatera vartefter bygget utvecklas.

Då vi visar våra APD-planer anser Tobias att den 3D-modell vi tagit fram med hjälp av Google SketchUp är mycket överskådlig och snygg. Han tror definitivt att detta kan vara ett framtida hjälpmedel för företaget.





## 7. Analys

### 7.1. Tankesätt i planeringen

Lean och byggproduktionsplaneringens framtid går hand i hand, men inte fullt ut. Alla byggföretag kan inte bygga helt industrialiserat. Det skulle resultera i ett nytt miljonprogram med dagens prefabricerade byggmetoder. Det går inte att komma ifrån att byggindustrin är baserad på skickligt hantverk och udda arkitektur samt att miljonprogrammet uttraderade känslan och konsten i riktigt hantverk. Däremot utvecklade dessa tio intensiva byggår en byggproduktionsplanering som enligt leanprincipen togs till sin spets. Det var prefabricerade element, korta byggtider, höga arbetsflöden och en produktionsplanering som vi idag kan drömma om. Idag vet inte många vad en Pl.ing. är men det visste man då och man såg nyttan i planeringen. Lean är ett tänk och ett bra koncept för att påminna sig om att man aldrig får sluta utvecklas. Det finns alltid kanter att slipa och metoder att utveckla. Man skall däremot fundera noga på vilken nisch man vill åt. Stor hantverkstradition eller långt utvecklad Lean. Mellanvägen kan för de allra flesta vara fullt tillräcklig. Man skall inte glömma att Lean påminner till stor del om och är ett modernare namn till den smutskastade Taylorismen.

Planeringshistorien är väldigt intressant och skulle kunna studeras mycket djupare. Man har i alla tider planerat och kommer alltid att göra det mer eller mindre, i vilken form har däremot varierat. Vi har studerat några metoder och tekniker i denna rapport. Intressant är att den näst äldsta tekniken LOB, idag har hamnat i ropet och antas vara modern och nytänkande. Mer om den i analys försök 1 och i teorianalysen. Byggbranschen brukar i folkmun kallas konservativ och antas vara emot förändringar. Det stämmer väldigt väl in i planeringshistorien, det har sedan 1700-talet endast kommit fram fyra planeringstekniker varav enbart tre är direkt användbara. Och vilken metod är den mest populära och användbara, jo självklart den äldsta.

Byggproduktionsplanering kan resultera i stora vinster och höga besparingar kostnadsmässigt. Det kan även hjälpa till att säkra tidplanen genom att förflytta risker från en entreprenör till en annan. Under intervjun med Bengt Adolfs framgick att kostnadsbesparingar kan göras genom att starta byggplaneringen i god tid. Till exempel genom att beställa varor långt i förväg och planera inköp när tillverkare har lågsäsong. Tobias Lundberg sa under intervjuerna att en tidsplan är en skattning av verkligheten. Han menar att man genom att tids- och mängduppskatta byggaktiviteter, går dessa i efterhand att lägga ut på entreprenad och då har man helt plötsligt säkrat en del av tidsplanen. Planering är alltså ett nyckelverktyg i framtidens lönsamma byggindustri.

Organisationen och förutsättningarna för att kunna styra bygget är några av de mest fundamentala bitarna för att lyckas med sin planering. Det svåraste i planeringen är att hitta personer som kan skapa den. Personal som är utbildad inom planering, som kan diskutera teorierna och vet vilka som kan användas i vilka fall. Som sagt ovan börjar planeringsingenjörer komma tillbaka, men då kommer nästa problem, att planera idag bygger på erfarenhet och det är svårt att föra den mellan generationer. Företagen måste jobba med att snabba på inkörningen så att platschefer, arbetsledare och planeringsingenjörer snabbare blir erfarna och får rätt förutsättningar.

En lösning på detta är virtuellt byggande och 5D. Då kan man enkelt visualisera byggprocessen och analysera problemen innan de uppkommer ute på arbetsplatsen och på så sätt slipper man vänta flera år ute på arbetsplatsen för att se samma sak. Idag, år 2012, har inte utvecklingen inom den här genren ännu nått tillräcklig hög nivå för att mindre företag skall kunna finna den lönsam. Problemet med virtuellt byggande är även handlingarnas juridiska kraft. En modell är idag inte juridisk bindande och därför blir det svårt för

entreprenadföretagen att kräva dessa, då de inte kan ta risken att lita på den. Framtidens planering kommer förmodligen vara som så att planeringsingenjörer och virtuellt byggande tillhör vardagen.

## 7.2. Planeringsmetoder

Det flertalet metoder som finns för att planera ett byggprojekt kan lämpa sig olika för olika projekt beroende på dess karaktär. Här efter analyseras därför de olika teorier som behandlats tidigare, inte generellt mot varandra utan snarare individuellt, utifrån olika typer av projekt där de kan tänkas, eller inte tänkas vara användbara.

De mest kända metoder som t.ex. Gantt och nätverksplanering, vilka författarna hade tidigare erfarenheter av från studierna uppfattades till en början som enkla och lite förlegade om man jämförde med de teorier som inhämtades under litteraturstudien i form av t.ex. lägesplanering och kritiska linjen. Efter närmare studier och arbete med de olika metoderna framgår trots den initiala inställningen, att dessa enkla metoder som i vissa fall inte ens visar de så viktiga logiska sambanden, kan utvecklas och användas i mycket större utsträckning än vi tidigare trott. Detta till största del på grund av dess popularitet ute på byggarbetsplatserna och igenkännandet hos yrkesarbetare såväl som planerare och chefer.

Gantt-scheman är idag mycket välanvända ute i alla typer av byggprojekt och känns som tidigare sagt igen av i stort sett alla på bygget. Det är en enkel och tydlig metod som snabbt upprättas utan några avancerade verktyg och lätt stäms av under byggmöten och vidare planeringsmöten etc. Gantt-scheman upprättas enkelt för hand eller med hjälp av t.ex. Excel. Denna metod är applicerbar på i stort sett vilka projekt som helst, men kräver ofta mycket plats i form av utskrifter och stora ”affischeringar” av byggbodens väggar, men kan ibland vara enda alternativet i stora komplicerade icke repetitiva projekt.

Nätverksplaner med kritiska linjen (CPM) är metoder som används av vissa planerare men ofta ligger under ytan dolda i en Ganttplan eller liknande. De personer som planerar på företagen är ofta erfarna och ser direkt de olika riskerna och sambanden som finns i ett projekt och behöver därför inte rita ut dessa för att skapa själva planen. Det författarna anser är att en nätverksplan med utsatta samband kan underlätta för yrkesarbetare och externa arbetare eller personer på bygget genom att tydliggöra varför en aktivitet startar och slutar i förhållande till de andra på ett visst sätt, samt att visa för dessa individer vad som påverkas om planen inte följs. Detta skulle kunna användas förmånligt vid avstämningar och byggmöten för att trycka på och styrka sina åsikter om t.ex. en underentreprenör släpar efter tidplanen. Man kan då påvisa konsekvenserna för bygget och därmed (förhoppningsvis) påverka denna att öka takten eller ändra arbetet och hamna i fas med planen och på så vis inte påverka projektets andra aktiviteter.

Lägesplaneringen (LOB) är en metod som inte är alls lika välkänd ute i produktionen. Denna metod används av några specifika planerare och på specifika projekt. Dess förespråkare menar att metoden är överlägsen vad gäller utrymme och tydliggörande vad gäller krockar och lägen i produktionen, men författarna lämnar denna fråga öppen och med en aning av skepsis. Denna metod lämpar sig troligen mycket väl till repetitiva projekt så som vägbyggen eller höga skyskrapor osv. De försök och analyser vi erfarit om metoden övertygar oss ännu inte att den är det bästa sättet att planera t.ex. ett komplicerat arenabygge eller ett unikt bostadsprojekt. Häri finns dock spännande utvecklingsmöjligheter i sammanlänkning med den aktuella BIM-utvecklingen som sker i branschen.

### 7.3. Planer i byggproduktionen

Byggplaneringen består i princip av en mängd planer. Svårigheten är att visualisera och använda sig av detta upprättade verk. Många skapar arbetsmiljöplaner, riskplaner och mycket mer och sedan står de endast i bokhyllan. Under intervjuerna lyftes vissa planer högre än andra. Maskinplan och materialplan var de mest uppmärksammade och använda efter tidsplanen. Man kan säga att ju mer man kan spara pengar genom planer desto mer använda är de. Maskinplanen innehåller en plan som visar, hur länge, vart och hur stor kranen skall vara som exempel. Bara att ställa upp en kran kan kosta flera procent av totalbyggkostnaden. Materialplanen kan i detta fall sägas innehålla inköp, leveranser och förvaring. Dessa poster är idag avgörande för hur lönsamt byggprojektet kommer bli i slutändan. Idag är det långa leveranstider hos tillverkare och många företag väljer att göra inköp utomlands för att kapa tider och priser. Hur det ligger i linje med miljön är osäkert men framöver kommer gränsöverskridande inköp utövas mer och mer.

Man talar också om just in time, ett Lean-verktyg som betyder bygg in materialet vid leveranstillfället. Det ställer höga krav på logistiken och samordningen vilket skapar större risker för projekt som redan är högriskprojekt med byggindustrins små marginaler.

Logistiken på arbetsplatsen brukar illustreras genom en APD-plan, även kallad placeringsritning. Vi har i försök 2 testat olika program för att ta fram en placeringsritning och funnit att stora vinster finns att göra med små medel.

En plan som ofta hamnar i skymundan och som ”bara görs” är arbetsmiljöplanen. En av de viktigaste planerna när vi framöver tar in utländsk arbetskraft, skall pressa tider och som de flesta företag siktar mot noll skador. På intervjuerna uppkom att en orsak till bristande planering beror på utökade krav och mindre marginaler. När miljökraven utökades förflyttades resurser till detta samtidigt som man under 90-talets krasch gjorde nedskärningar inom organisationerna.

I dagsläget arbetar många företag hårt med KMA-arbete. De lägger miljoner på certifikat m.m. Konstigt nog brister erfarenhetsåterföringen ofta lika mycket efter som innan certifieringen. Den delen hamnar i skymundan, då den inte inbringar några pengar idag. KMA-arbete är ett steg i rätt riktning och ytterligare ett verktyg inom Lean-filosofin.

Resurs- och tidsplanering är det som de allra flesta förknippar med byggproduktionsplanering, och det stämmer ganska bra. Det större arbetet under produktionen är att fördela tid och resurser. Till sin hjälp använder man olika nivåer på planeringen. Arbetschefen kanske stämmer av huvudtidplanen, platschefen den rullande 3-veckorsplanen och arbetsledarna sin egen veckoplan. På det studerade projektet Kv. Skuleskogen, används ovan nämnda nivå på nedbrytning av plan och anses fungera väldigt bra, vara lätt att stämma av och lätt att justera problem om man hamnar snett.

Resursplanering är något som vi anser är lite outnyttjat i dagens läge. Ett flertal program och verktyg finns som hjälpmedel. Idag skapar man sin tidsplan och sedan tillsätter man resurser. Man bör istället omarbeta tidsplanen och arbeta bort de glapp som skapas genom att flytta resurser och på så vis få en jämn arbetskurva. Största fördelen med få variationer av antalet personer på plats är ledarskap. Det blir ingen oro i arbetsgruppen om man har en jämn nivå. Dessutom ju längre tid en grupp arbetar, desto mer inkörd blir den. Det är ett problem i byggbranschen att ny inkörning måste till i varje nytt projekt. Lösningen på inkörningen är att planera kontinuerligt med samma arbetslag.

## 7.4. Planeringsverktyg

Bland de olika verktyg som behandlades i denna rapport återfinns några välkända mer allmänna program så som Microsoft Excel och Google SketchUp men även några mer branschspecifika program så som PlanCon + och CRAMO APD. Alla dessa program är användbara och bra på det dem ska göra. Vissa av dem är dock enligt vår mening för komplicerade eller för generella. Här nedan följer en analys av de program som ingått i våra ”försök” och en redogörelse för hur de är att arbeta med grundat ur våra erfarenheter.

Då man tidplanerar ett byggprojekt kan man antingen satsa på enkelhet och att snabbt och överskådligt planera ett projekt, då lämpar sig t.ex. Excel med ett överskådligt Gantt-schema. Med Excel kan man snabbt och enkelt ta fram en plan precis efter sina egna önskemål och styra utseende och layout precis efter eget önskemål. Man kan även exportera planer till olika program och format samt göra flera beräkningar och smarta länkningar inom programmet för att skapa en bättre inblick i projektets framförande.

Microsoft har även tagit fram Microsoft Project, vilket är ett projektplaneringsprogram i största allmänhet vilket inte är anpassat för byggprojekt i sig. Programmet är inte lika användarvänligt som något av de andra omtalade programmen, med reservering för att tid och utbildning saknas för att ge en helt rättvisande bild av programmets funktionalitet. Vi påstår ändå att detta inte är ett optimalt program för byggprojekt.

Vill man istället skapa en mer detaljerad nätplan med en läges-vy är PlanCon + eller VICO Control att föredra då dessa är de två program som kan ta fram lägesplaner. Båda dessa program är väldigt nischade mot byggprojekt och har en mängd hjälpmedel för att underlätta för den erfarna användaren att skapa tid- och resursplaner etc. Viktigt att beakta då man talar om dessa program är att det inte är lika enkelt att sätta sig ned och börja planera som i t.ex. Excel, utan en hel del vägledning och utbildning inom programens användargränssnitt och villkor krävs för att planerna skall bli rättvisande och fungera. Då man lärt sig hantera dessa program kan fördelarna med deras avancerade tekniker överväga den tid som krävs för att upprätta planerna. Faktum kvarstår dock att trots det att planeraren själv kan läsa planen enkelt är fortfarande huvudsyftet att de som skall använda planen kan läsa denna, vilket inte verkar vara fallet i dagsläget ute i byggproduktionen efter de indikationer vi fått i och med våra intervjuer på företaget.

Utvecklingsmöjligheter finns för de flesta programmen på områden som användarvänlighet och frihet att ändra aktiviteter och element i programmen lika fritt som man kan i Excel. Dock kan man ändå säga att det program som är bäst anpassat till branschen idag är PlanCon som tagit fram mallar och utskriftstöd för olika väsentliga planer.

Vad gäller APD-planeringsprogrammen så är CRAMO APD ett starkt program för den som väljer CRAMO som leverantör av produktionsstödande produkter, men programmet tappar sin spets då det inte är allmänt applicerbart och inte heller har någon 3D-vy, vilket var en av de viktigaste egenskaper vi eftersökte.

Google SketchUp är visserligen inte lika bygganpassat eller tillämpligt som CRAMO APD, men dess styrka finns i enkelheten och möjligheterna att modellera fritt samt att skapa tydliga 3D-vyer som ger en mycket överskådlig överblick över byggarbetsplatsen.

Båda dessa ovan nämnda APD-planeringsprogram är dock mycket användarvänliga och enkla att använda sig av, de kan liknas med Excel i komplexitetsnivå, även om Google SketchUp har en hel del extrafunktioner som finns att tillgå, men inte på något vis krävs för att skapa en helt tillräcklig APD-plan. En styrka i båda dessa program är möjligheten att importera underlagsritningar av olika filtyper för att kunna föra in befintliga APD-planer.

## **7.5. Försök 1 och 2**

Utifrån resultatet från de utförda försöken kan man säga att programmen är bra för olika projekt och inget är generellt mycket bättre än något annat.

Försök 1 som gick ut på att planera in Kv. Skuleskogens huvudproduktionstidplan i de olika utvalda programmen och se hur man på olika sätt kunde åskådliggöra dessa för att se vilka möjligheter som fanns tillgängliga på marknaden i dagsläget. Resultatet visar att tidplanen var relativt komplex och inte passade sig särskilt bra för lägesbaserad planering då man först planerat i två etapper och sedan i trapphus, vilket medför att produktionen inte följer något linjärt mönster och inte heller återfinns några övergripande repetitiva moment över hela projektet. Dock skulle dessa metoder kunna appliceras på delplaner så som, stomresning eller stomkomplettering där arbetet flyter mer linjärt. Den metod som lämpar sig bäst för den plan vi använde i vårt försök är en traditionell Gantt eller eventuellt en nätverksplan med en kritisk linje (som dock blir något missvisande på grund av de två etapperna).

Det program som snabbast och enklast tog fram tidplanen var Microsoft Excel. Detta program var användarvänligt och visade sig vara förvånansvärt lätt anpassat till byggprojekt. PlanCon + var även det användarvänligt och mycket applicerbart till projektet men som tidigare nämnt så blev nätplanen något missvisande på grund av etappindelningen i projektet. VICO Control var något svårare att styra in projektet i och det var inte heller lika användarvänligt som de tidigare nämnda då gränssnittet på programmet inte är lika överskådligt och enkelt. Vad gäller Microsoft Project så var detta inte särskilt användarvänligt, och inte heller särskilt applicerbart på projektet då man inte fick styra aktiviteter och samband som man själv ville med samma enkla kommandon som i de andra programmen.

I försök 2 testades som tidigare nämnt, CRAMO APD och Google SketchUp där CRAMO APD fungerade utomordentligt bra och var mycket enkelt att sätta sig in i och skapa planer i, dock var det inte så utvecklat och vissa funktioner saknades som däremot återfanns i Google SketchUp. CRAMO APD är ett program som verkligen lämpar sig för byggen där man snabbt behöver ta fram en APD-plan och där man vet att man vill använda sig av CRAMO som leverantör. Vi anser att detta program sätter ett mål för framtida leverantörer som bör följa detta exempel mot att göra kommunikationen mellan leverantör och beställare enklare och mer lättapplicerad till det specifika projektet.

Google SketchUp är ett mycket enkelt och användbart program för att skapa överskådliga 3D-modeller över APD-planen. Programmet är dock inte anpassat till branschen men fungerar ändå mycket bra och är lätt applicerat med dess stora komponentbank och möjligheter till justeringar från användaren.

## **7.6. MVB**

Utifrån de studier, försök och efterforskningar som gjorts menar vi att ingen metod klarar planeringen problemfritt, men att samtliga metoder har sina styrkor och svagheter. Vad gäller företagets planering och de möjligheter de står inför kan man säga att det aktuella projektet Kv. Skuleskogen till en början inte planerades optimalt för den kommande produktionen då man tvingades att planera om vissa skeden med andra metoder. Detta anser vi vara ineffektivt, man skulle istället tagit fram en planeringsmetod innan projektstart som kunde användas i hela projektet och som senare kunde användas för nedbrytning istället för att planera om vissa delar med andra metoder.

Vi anser att företaget skulle kunna utnyttja främst den metod de idag använder (Kontinuitetsmetoden) och utveckla denna för att försöka applicera den centralt ut till alla projekt inom nyproduktion, och senare även rot – projekt osv.

Inför företagets nya projekt skulle de i framtiden kunna använda sig utav flera planeringsmetoder i olika skeden av projektet. För att på så vis behålla alla fördelarna de olika metoderna besitter. Ett exempel på process skulle kunna vara att företaget när de tar fram huvudtidplanen använder sig utav PlanCon + och planerar med hjälp utav CPM-metoden där alla logiska samband visas tydligt. Den metoden lämpar sig väl inför avstämningar som övergripande chefer gör som arbetschef då kritiska linjen visar snabbt vilka aktiviteter som måste beaktas noga.

Efter detta erbjuder även PlanCon + till lägesplanerings vy. Om man planerat med denna metod i eftertanke från början blir det väldigt enkelt att platsätta aktiviteterna och sedan kontrollera sin CPM-plan efter eventuella krockar, för mycket ”luft”, olika hastighet på aktiviteter och vart det börjar bli rörigt. Metoden underlättar även på så vis att man lättare kan kunna skapa kontinuitet genom liknande lutning på linjerna. När huvudtidplanen är planerad efter dessa riktlinjer kan man snabbt bryta ner planen med hjälp av företagets egen planeringsmetod ”Kontinuitetsmetoden” den visar tydligt, förståeligt byggprocessens framskridande och är väldigt praktiskt användbar ute i byggbodarna. Metoden redovisar även tydligt timmar och resursbehov och kan sägas vara ett mellanting mellan Gantt och LOB. I framtiden kan kontinuitetsmetoden eventuellt ersättas helt av LOB men i dagsläget är det inte helt rimligt då metoden ännu inte slagit igenom fullt i Sverige.

## 8. Diskussion och slutsatser

Byggindustrin måste våga förändra sig, satsa på utveckling och optimering. Lean är ett bra steg i rätt riktning, men det är faktiskt endast ett sätt att tänka. Företagen behöver inte ödsla stora resurser på konsulter, utan det räcker med lite sunt förnuft och en drivande entreprenörsanda.

Ett byggprojekt innehåller en mängd information i form av bl.a. olika planer, dessa måste nå ut och utnyttjas. Att certifiera sig inom kvalitet och miljö för att sedan ställa pärmen i bokhyllan leder inte till någon utveckling. Att våga arbeta mer visuellt, gärna med hjälp av moderna verktyg, som några redogörs för nedan, det anser vi vara framtiden för byggindustrin.

Efter analysen av de olika metoder och verktyg som gjorts, så är åsikten sådan att de olika planeringsmetoderna har sina egna styrkor och svagheter i olika projekttyper. Ingen av de studerade metoderna sticker ut som den bättre, eller helt fungerande i jämförelse med de andra. Man kan säga att samtliga metoder tjänar sitt syfte bra och bör användas i olika typer av projekt, eller i olika skeden och planer av ett och samma projekt.

Då metoderna har sina olika styrkor och svagheter menar vi att man kan applicera olika planeringsmetoder på olika typer av planer med olika detaljeringsgrad. Man skulle t.ex. kunna tänka sig att använda en CPM-plan för att skapa en överskådlig huvudtidplan för ett projekt för avstämning mellan arbetschef och platsorganisationen, kompletterat med en LOB-plan för en bättre samordning och överblick över arbetsplatsen. För platsorganisationen upprättas lämpligen en ”Kontinuitetsplan” för produktionsstyrning och avstämning ute på arbetsplatsen, denna bryts sedan fördelaktigen ner till Gantt-planer, för arbetsledning och detaljplanering.

De mindre komplicerade metoderna, Gantt och CPM, är väl applicerbara på komplicerade projekt med många skilda aktiviteter. Den något mer komplicerade metoden LOB, passar sig väl till större projekt med repetitiva aktiviteter och linjära metoder. Den metod som företaget använde sig av i det studerade fallet, ”Kontinuitetsmetoden” lämpar sig för både linjära och olinjära projekt. Samtliga metoder kräver en viss produktionserfarenhet från sin planerare, dock underlättas processen vid användande av CPM och LOB då krokar och ologiska samband ofta syns bättre i dessa.

Utifrån detta menar vi att företaget skall utveckla de metoder de idag behärskar, och återföra dessa centralt på företaget för att ta vara på den erfarenhet som finns i form av ”Kontinuitetsmetoden”. Vi anser även att man ligger väl i fas med programvaran PlanCon, men att man även här skall återföra och utveckla användandet av programmet. Detta underlättar en framtida utveckling mot andra metoder då programmen enligt vår mening kommer att vara ett måste i framtiden vid planering av stora projekt.

Efter försöken med de olika programmen kan man ur resultatet utläsa att de mer anpassade byggprogrammen så som PlanCon och VICO, i just vår studie överträffar de andra programmen. Detta resultat visar att trots den överskådlighet och enkelhet som Microsoft Excel innehar och att det används flitigt i produktionen, så måste utvecklingen främjas och de mer avancerade programmen föras in i projekten så snart som möjligt för att göra besparingar och effektiviseringar i framtiden. Ett första steg kan vara att använda sig utav Google Sketch Up som snabbt, billigt och enkelt skapar illustrativa APD-Planer. Denna typ av plan visade sig mycket uppskattad under intervjuerna.

Man kan alltså säga att företaget i dagsläget ligger bra till inför framtiden och bör utveckla de metoder som finns inom företaget för att inför en framtida expansion kunna föra in nya metoder och verktyg baserat på vilka typer av projekt man väljer att genomföra.



## 9. Rekommendationer

### 9.1. MVB

Skulle företaget starta mer repetitiva projekt med liknande återkommande arbetsuppgifter, anser vi att lägesplanering (LOB) skulle lämpa sig bättre för att effektivisera såväl planeringsförfarandet som produktionen. Man skulle förhoppningsvis kunna spara in på produktionstider- och kostnader. Detta förutsätter dock att företaget inhämtar den kompetens som krävs för detta och införskaffar den uppgraderade versionen av PlanCon som behövs.

Utbildning inom de olika planeringsmetoder och de aktuella programvaruverktygen bör kontinuerligt hållas för att följa utvecklingen och hålla en hög lägstanivå på planeringen.

Initialt ser vi alltså att man återför metoderna som redan finns inom företaget och försöker få samtliga projekt att planeras med samma metod för att underlätta förfarandet och avstämningen för samtliga parter. Detta och framtida utvecklingsarbete inom planering och erfarenhetsåterföring bör ledas och följas upp av en planeringsingenjör.

När man upprättat en metod för övergripande planering i företaget anser vi att man kan börja utvecklingen mot eventuella nya metoder och program, beroende på projektens karaktär och omfattning.

Ett andra steg i utvecklingen kan vara att följa upplägget som diskuterades i analysen om MVB, där man använder sig ut av flera metoder i varje projekt, för att tillvara ta alla metodernas styrkor. Vidare rekommenderar vi att företaget behåller samarbetet med programvarutillverkaren Consultec och deras program PlanCon men eventuellt införskaffar + versionen. Då feedbacken från 3D illustrationen av APD-planen vart väldigt positiv tycker vi att en sådan bör tas fram inför byggstart då det går smidigt, enkelt och inte kräver några större pengainsatser.

### 9.2. Vidare studier

Vi föreslår att vidare studier görs inom LOB, med fokusering på ett entreprenadföretag som inte har erfarenhet inom den typen av planering. Där bör då ett projekt som är helt linjärt studeras. Det blir då tydligare att visa styrkorna hos planeringsmetoden och därmed lättare för entreprenadföretag att ta till sig metoden.

Man bör vid en sådan studie även välja ett enskilt program som VICO eller PlanCon och testköra alla deras funktioner i det aktuella projektet.

Ett annat förslag är att vidare studera lägesplaneringen och dess möjligheter att utvecklas som metod mot icke repetitiva produktionsprojekt för att eventuellt utveckla denna till en mer ”heltäckande” metod.

Utöver dessa överstående anser författarna att vidare studier inom tillämpningen av BIM i planeringen av såväl projektering som produktion. Detta anses av marknaden vara framtiden och det finns här stora utvecklingsmöjligheter på flera områden.



# Referenser

## Tryckta källor

- Adrian, J., *Quantative Methods in Construction Management*, American Elsevier Publishing Company, Inc., 1973, ISBN 0-444-00134-4.
- Andersen, E. Schwencke, E., *Projektarbete – en vägledning för studenter*, Studentlitteratur, 2009, ISBN 978-97-44-00890-5.
- Broms, B., *Byggnadsadministration*, Svenska bokförlaget/Bonniers, 1964.
- Fisk, E., *Construction Project Administration*, Prentice-Hall Inc., 1997, ISBN 0-13-502279-7.
- Hamon, E., Jarebrant, C., *Effektivt byggande – Utmana dina processer!*, Prolog Bygglogistik AB, 2007, ISBN 978-91-89158-82-2.
- Lester, A., *Project Planning and Control*, Butterworth-Heinemann, 2000, ISBN 0-7506-4261-0.
- MVB, *MVB i Korthet 2011//2012*, 2012.
- Nordstrand, U., *Byggprocessen*, Liber, 2008, ISBN 978-47-01511-5.
- Nordstrand, U., Révai, E., *Byggstyrning*, Liber, 2002, ISBN 978-91-47-05082-6.
- Näslund, B., *Byggnadsekonomi och byggnadsorganisation Del 1*, Akademiförlaget – Gumperts, 1962.
- Vollman, T., Berry, W. & Whybark, Clay., *Manufacturing Planning and Control Systems*, Irwin/McGraw-Hill, 1997, ISBN 0-256-13899-0.

## Elektroniska källor

- Andrews, C., Bourque, R., Pappas, L., & Russell, J., *Line of Balance Analysis of the New WPI Residence Hall*, 2008, URL:  
[http://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-022908-095611/unrestricted/C08\\_Line\\_of\\_Balance\\_Final\\_Paper.pdf](http://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-022908-095611/unrestricted/C08_Line_of_Balance_Final_Paper.pdf) (Läst datum: 2012-04-02)
- Bergh, Å., Persson, M., *Planering av bygg- och anläggningsprojekt*, URL:  
<http://www.bekon.lth.se/fileadmin/byggnadsekonomi/Planering/Kursmaterial/Planering-Flik01.pdf> (Läst datum: 2012-03-29)
- CRAMO APD 2012-04-19, URL:  
[http://www.cramo.se/upload/Sverige/Dokument/Broschyrer/APD\\_web\\_download.pdf](http://www.cramo.se/upload/Sverige/Dokument/Broschyrer/APD_web_download.pdf) (Läst datum: 2012-04-19)
- KAMP Företagsutveckling, *WBS – Work Breakdown Structure*, URL:  
[http://www.kamp.se/pdf/Work\\_Breakdown\\_Structure\\_WBS.pdf](http://www.kamp.se/pdf/Work_Breakdown_Structure_WBS.pdf) (Läst datum: 2012-03-27)
- Ledarna, *Smarta mål*, URL:  
[http://www.ledarna.se/web/open/fileStream?path=%2FLedarna%2Fimages%2Fchecklistor%2Fsmarta\\_mal\\_checklista.pdf](http://www.ledarna.se/web/open/fileStream?path=%2FLedarna%2Fimages%2Fchecklistor%2Fsmarta_mal_checklista.pdf) (Läst datum: 2012-03-29)

Soini, M., Leskelä, I., & Seppänen, O., *Implementation of Line-of-Balance Based Scheduling and Project Control System in A Large Construction Company*, URL:

[http://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.iglc2004.dk%2F\\_root%2Fmedia%2F13060\\_043-soini-leskela-seppanen-final.pdf&ei=xGx5T9vKOuHR4QTqj6GbDw&usg=AFQjCNHTCf7bk7U7zQQZ80RWpXUmgqCHyw&sig2=q3ZZpWYNctdkCKV41km0Zg](http://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.iglc2004.dk%2F_root%2Fmedia%2F13060_043-soini-leskela-seppanen-final.pdf&ei=xGx5T9vKOuHR4QTqj6GbDw&usg=AFQjCNHTCf7bk7U7zQQZ80RWpXUmgqCHyw&sig2=q3ZZpWYNctdkCKV41km0Zg) (Läst datum: 2012-04-02)

Väg- och vattenbyggaren nr 2 2006, URL:

[http://www.vbyggaren.se/pdf\\_arkiv/Visuell%20planering.pdf](http://www.vbyggaren.se/pdf_arkiv/Visuell%20planering.pdf) (Läst datum: 2012-04-02)

## Webbsidor

Arbetsmiljöverket 2012-05-02, URL:

<http://www.av.se/teman/bygg/arbetsmiljoplan/> (Läst datum: 2012-05-02)

Consultec Group AB 2012-04-12, URL:

<http://www.consultec.se/productdetails.aspx?Id=16&TypeId=2510> (Läst datum: 2012-04-12)

Consultec Group AB 2012-04-17, URL:

<http://www.consultec.se/productdetails.aspx?Id=153&TypeId=2510> (Läst datum: 2012-04-17)

Defense Contract Management Agency, *Line Of Balance*, URL:

<http://guidebook.dcm.mil/79/evhelp/lob.htm> (Läst datum: 2012-03-27)

Google Sketch Up 2012-04-18, URL:

Nr 1 <http://google-sketchup.swedish.toggle.com/> (Läst datum: 2012-04-18)

Nr 2 <http://sketchup.google.com/product/gsu.html> (Läst datum: 2012-04-18)

Nr 3 <http://sketchup.google.com/intl/en/training/videos.html> (Läst datum: 2012-04-18)

Haughey, D., *BOSCARD (Terms of Reference)*, URL:

<http://www.projectsmart.co.uk/boscard.html> (Läst datum: 2012-03-29)

Microsoft 2012-04-02, URL:

Nr 1: <http://office.microsoft.com/sv-se/excel-help/skapa-ett-gantt-schema-i-excel-2002-HA001034605.aspx> (Läst datum: 2012-04-02)

Nr 2: <http://office.microsoft.com/sv-se/project-help/nyheter-i-microsoft-project-2010-HA010354195.aspx> (Läst datum: 2012-04-02)

Microsoft 2012-04-18, URL:

<http://www.microsoft.com/project/sv/se/product-information.aspx> (Läst datum: 2012-04-18)

Microsoft P 2012-04-02, URL:

<http://www.msproject.se/> (Läst datum: 2012-04-02)

Neutron Solutions Limited, *History of Bar Charts and Graphs*, URL:

<http://www.jpowered.com/graphs-and-charts/bar-chart-history.htm> (Läst datum: 2012-03-27)

Novator Projektstyrning AB 2012-04-11, URL:

<http://www.novator-ps.se/info/goinside.html> (Läst datum: 2012-04-11)

VICO Software 2012-04-11, URL:

[http://www.vicosoftware.se/sidor/vico\\_control.aspx](http://www.vicosoftware.se/sidor/vico_control.aspx) (Läst datum: 2012-04-11)

### **Muntliga källor**

Bengt Adolfi, (*Konsult*), Handledare vid KTH Haninge.

Tobias Lundberg, (*Arbetschef*), Handledare vid MVB Öst AB.

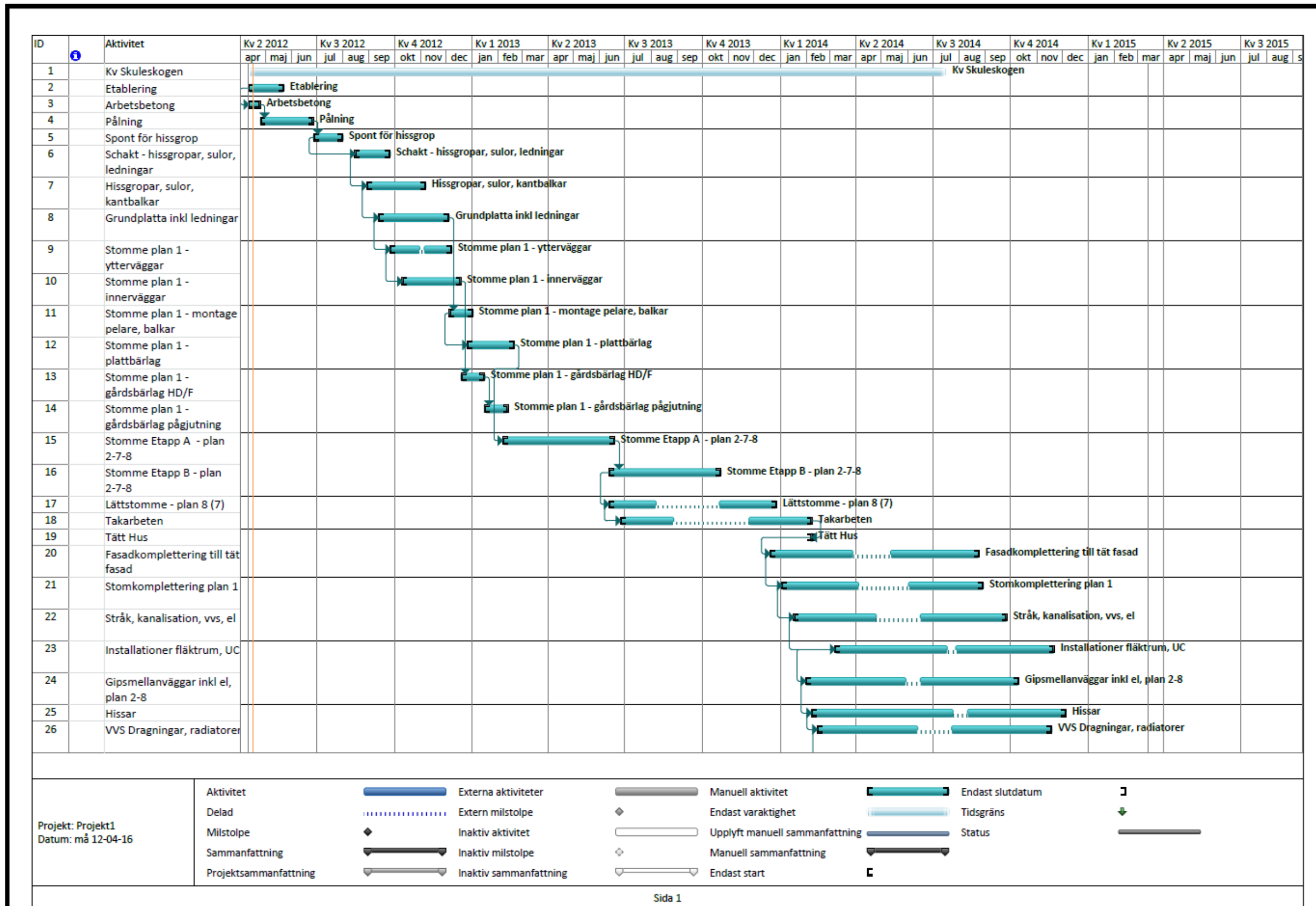
Mats Johansson, (*Platschef*), Platschef vid MVB Öst AB.

Börje Andersson, (*Konsult*), Planeringskonsult vid MVB Öst AB.





# Microsoft Project

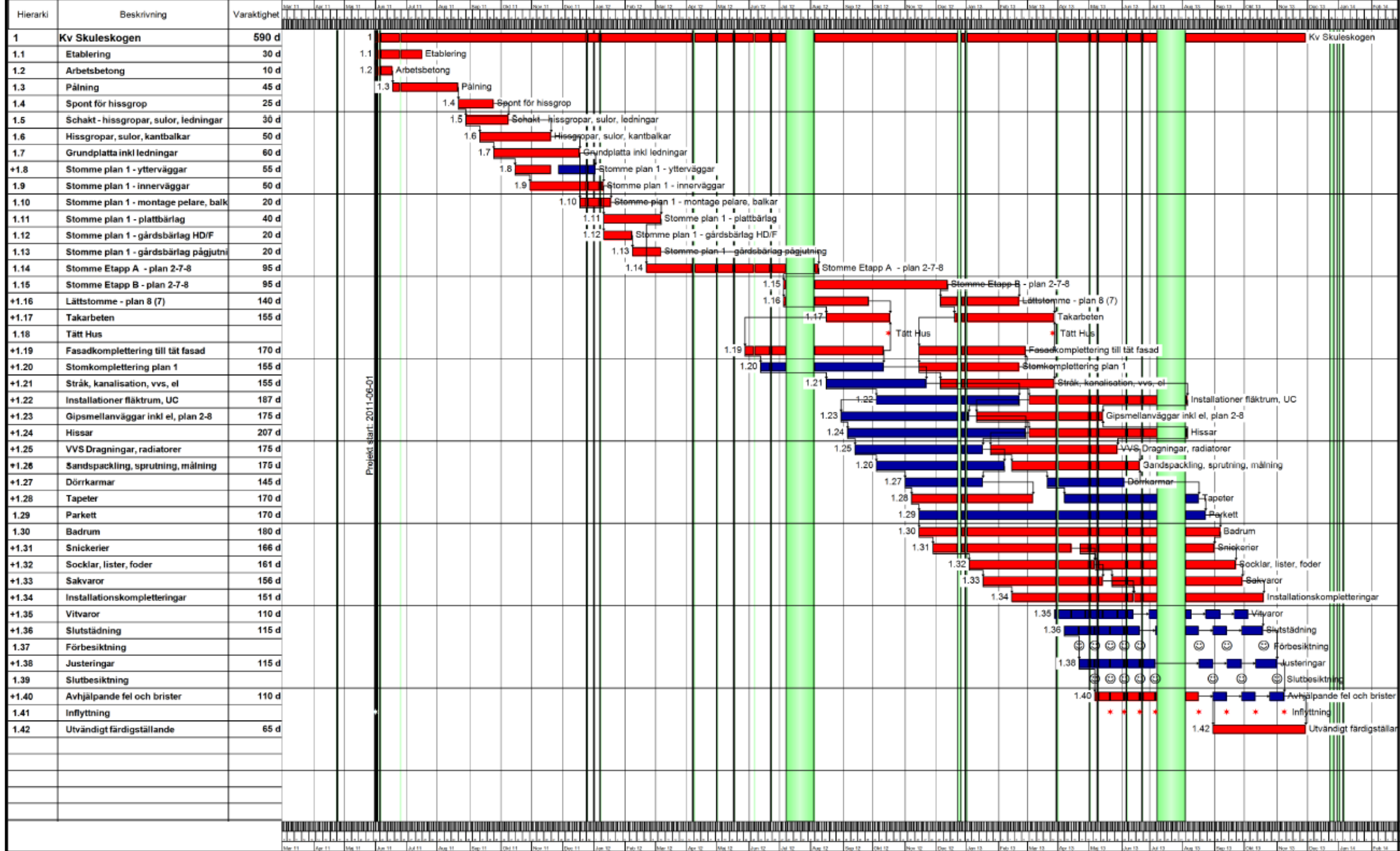






# Kv Skuleskogen

Consultec ByggProgram AB

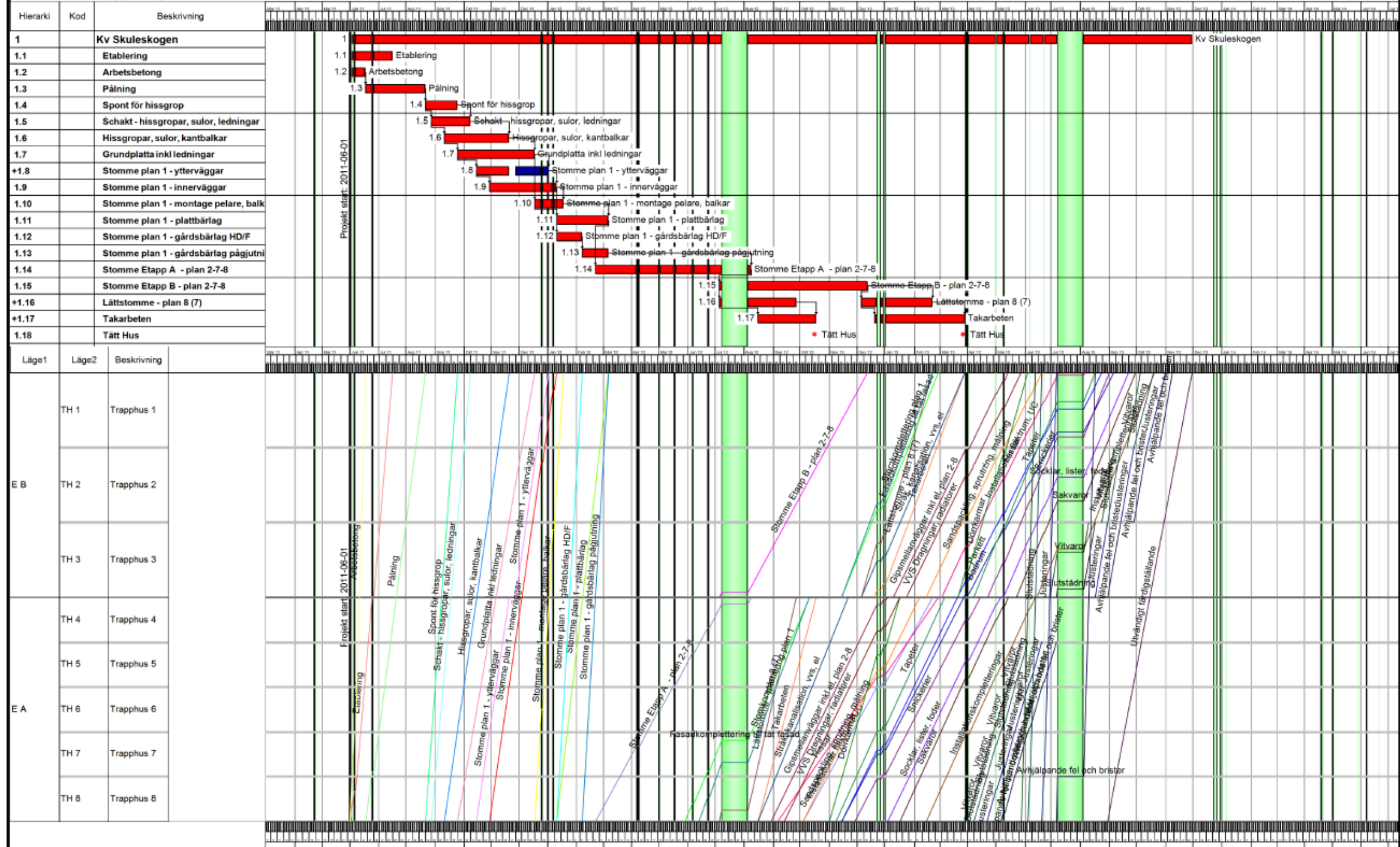


Projektledare:  
Projektplanerare:  
PlanCon + 6.4.1

Upprättad:  
Reviderad: AA-MM-DD  
Consultec ByggProgram AB

# Kv Skuleskogen

Consultec ByggProgram AB



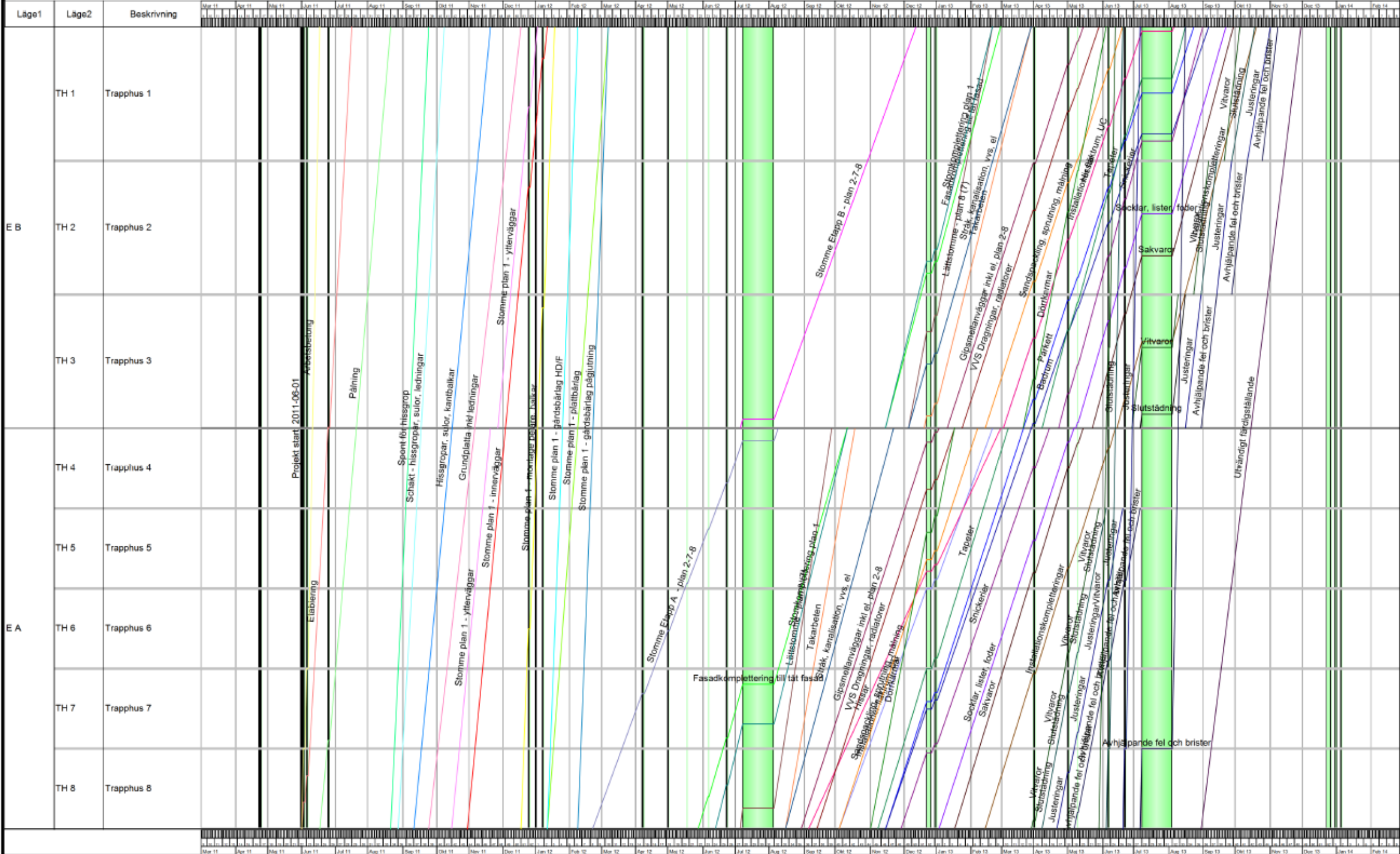
Projektledare:  
Projektplanerare:  
PlanCon + 6.4.1

Upprättad:  
Reviderad: AA-MM-DD  
Consultec ByggProgram AB



# Kv Skuleskogen

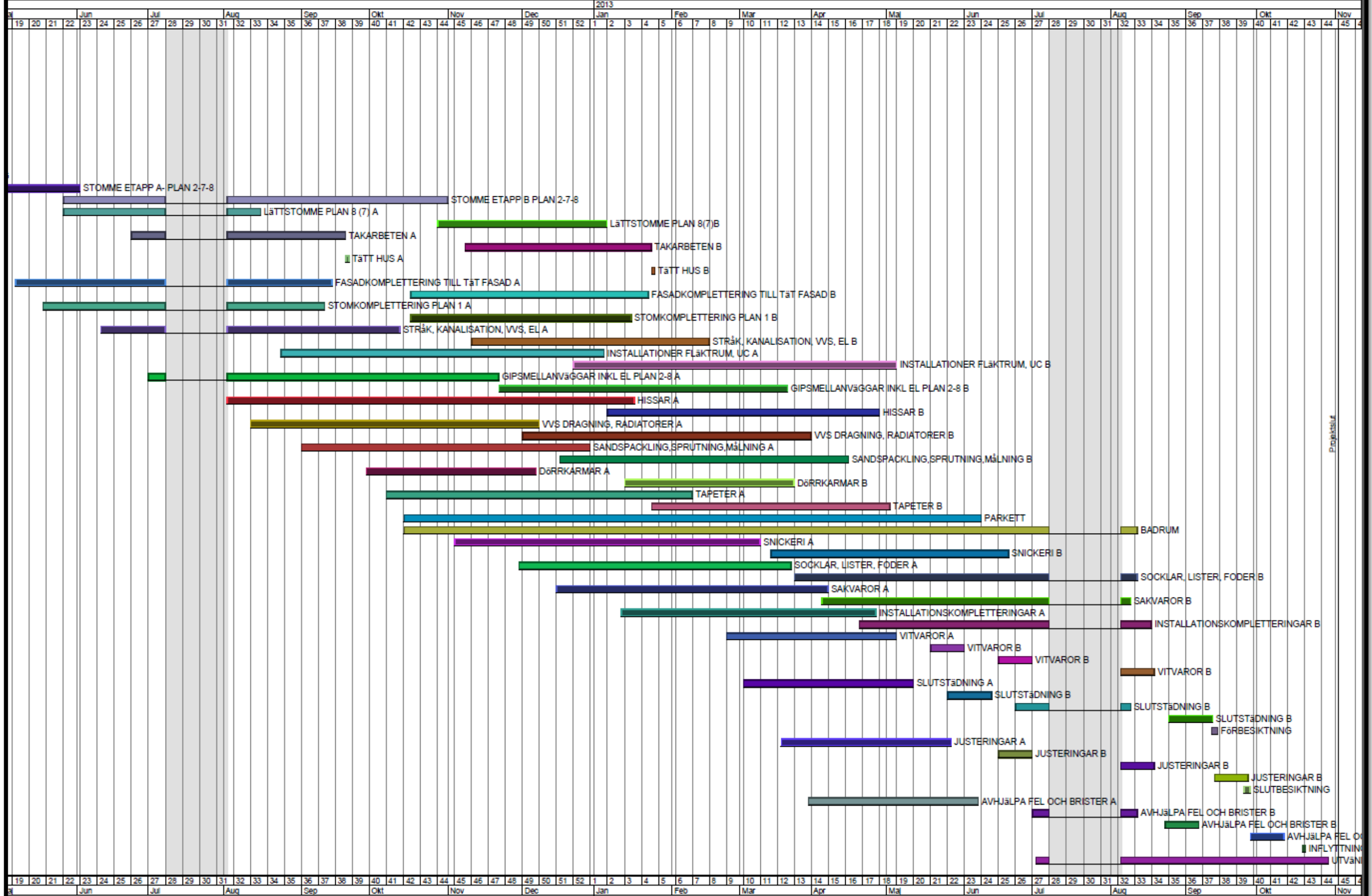
Consultec ByggProgram AB



Projektleddare:  
 Projektplanerare:  
 PlanCon + 6.4.1

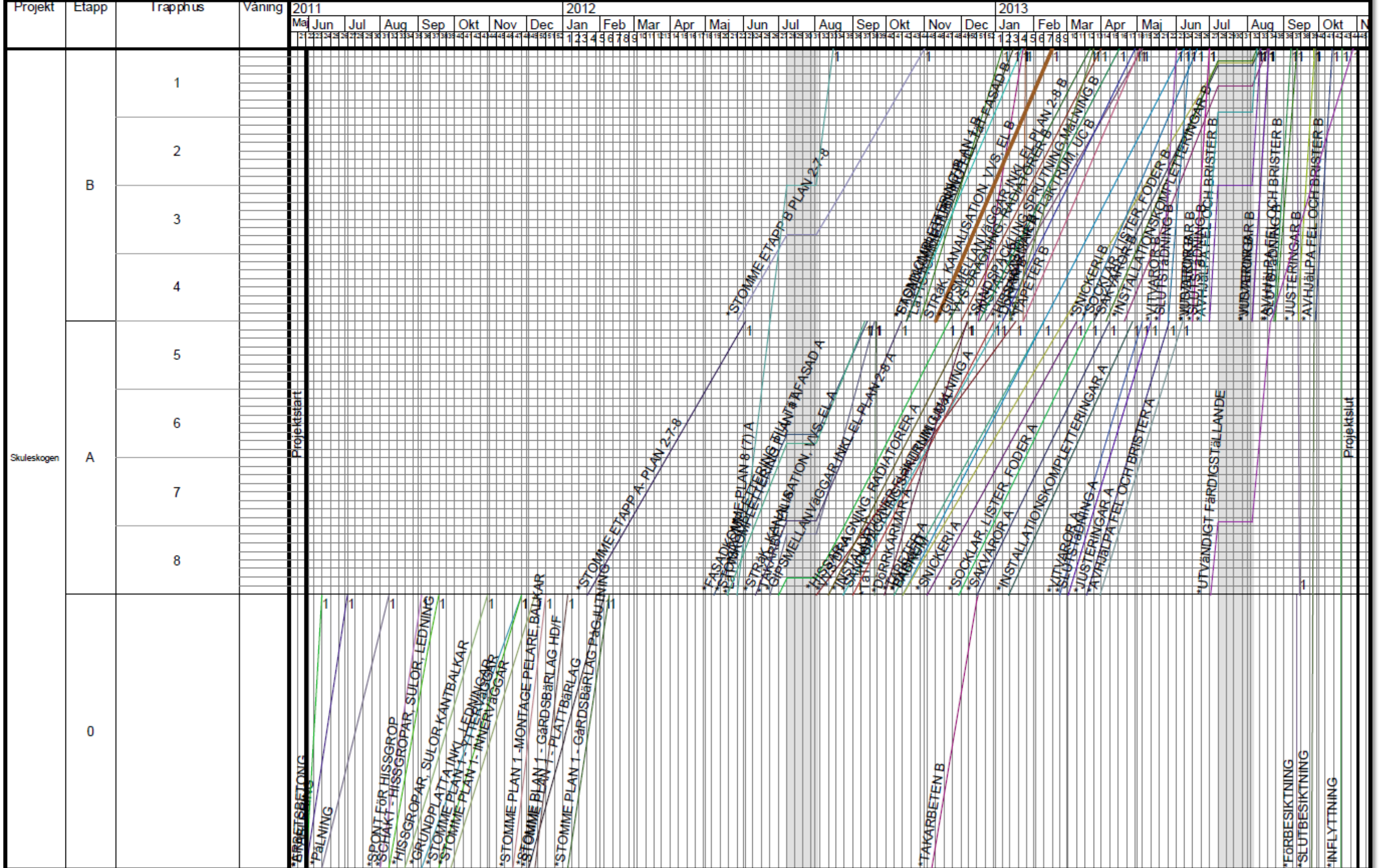
Upprättad:  
 Reviderad: AA-MM-DD  
 Consultec ByggProgram AB





Projektslut





## Försök 2

CRAMO APD

