

Säkerhetsplanering vid upprättandet av APD-planer

4D-simulering i SketchUp av Växhusens APD-plan
*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

ALEXANDER STRAND
EDVIN SVANTESSON

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction Management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2013
Examensarbete 2013:27

EXAMENSARBETE 2013:27

Säkerhetsplanering vid upprättandet av APD-planer

4D-simulering i SketchUp av Växhusens APD-plan

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

ALEXANDER STRAND

EDVIN SVANTESSON

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

Göteborg, 2013

Säkerhetsplanering vid upprättandet av APD-planer
4D-simulering i SketchUp av Växhusens APD-plan
*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

ALEXANDER STRAND
EDVIN SVANTESSON

© ALEXANDER STRAND, EDVIN SVANTESSON, 2013

Examensarbete / Institutionen för bygg- och miljöteknik,
Chalmers tekniska högskola 2013:27

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

Omslag:
Ett skede i den säkerhetsinriktade APD-planen.

Chalmers reproservice
Göteborg 2013

Säkerhetsplanering vid upprättandet av APD-planer

4D-simulering i SketchUp av Växhusens APD-plan

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

ALEXANDER STRAND

EDVIN SVANTESSON

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Avdelningen för Construction Management

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Byggbranschen är den bransch där flest olyckor med dödlig utgång sker och olyckor och arbetsplatssjukdomar förekommer dubbelt så ofta jämfört med den genomsnittlige arbetstagaren. Syftet med studien är att undersöka möjligheterna att påverka säkerhetsmedvetenheten hos personer som vistas på byggarbetsplatser med hjälp av en säkerhetsinriktad APD-plan i 4D. Studien ämnar även undersöka möjligheterna att implementera säkerhetsplanering vid skapandet av APD-planer i framtida projekt och redogöra för metoder som kan underlätta denna process. Litteraturstudier, möten, intervjuer och en praktisk del, då APD-planen skapades i SketchUp, ligger till grund för studien som hittar sin inspiration i aktionsforskning vilket syftar till att eliminera eller reducera missförhållanden inom ett socialt system. Litteraturstudierna behandlar bland annat; hur olyckor på arbetsplatsen uppstår, uppbyggnaden av en säker arbetsplats och hur människors beteende och tankar kring säkerhet påverkas. Här är säkerhetskultur, säkerhetsklimat och meningsskapande viktiga begrepp. Den säkerhetsinriktade APD-planen, som är framtagen med flera skeden i SketchUp, använder sig av komponenter där säkerhetsavstånd och säkerhetsinformation finns tillgängliga. APD-planen med dess komponenter visualiserar och informerar på så vis personer på arbetsplatsen om dessa. Ur APD-planen har en animation över skedena exporterats. Denna animation kan och bör användas i arbetsplatsbodarna för att alla skall bli varse och kunna ta del av den. En instruktionsfilm är även producerad för att underlätta implementeringen av den nya säkerhetsinriktade APD-planen. Det kan konstateras att planen ger individer mening med säkerhetsarbetet på arbetsplatsen såväl som en större säkerhetsmedvetenhet. Detta bör resultera i att både säkerhetskulturen och säkerhetsklimatet påverkas positivt vilket i sin tur bör förbättra säkerheten på arbetsplatsen. APD-planen tjänar dock endast sitt syfte om den finns tillgänglig för alla på arbetsplatsen och grundläggande förutsättningar är att tekniken fungerar felfritt. Ledningen innehar även det största ansvaret för att göra säkerhetsplaneringen, vid framtagandet av APD-planen, till en ny rutin.

Nyckelord: APD-plan, SketchUp, säkerhetsplanering, säkerhetsmedvetenhet, 4D-simulering, meningsskapande, säkerhetskultur, säkerhetsklimat.

Safety Planning when Establishing the Construction Site Layout

4D-simulation in SketchUp of the Construction Site Layout Plan of Project Våxhusen

*Diploma Thesis in the Engineering Programme
Building and Civil Engineering*

ALEXANDER STRAND, EDVIN SVANTESSON
Department of Civil and Environmental Engineering
Division of Construction Management
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The construction industry is the sector with the highest number of fatal accidents. Workplace related accidents and illness occur twice as often compared to the average worker. The study aims to explore the possibilities to influence safety awareness among workers on the construction site with the help of a safety-oriented site layout plan in 4D. The study also intends to explore the possibility of implementing safety planning when creating site layout plans for future projects and explain methods that can facilitate this process. Literature studies, meetings, interviews and a practical part, when creating the site layout plan in SketchUp, are the basis for the study that finds its inspiration in action research, which aims to eliminate or reduce the abuses of a social system. Literature studies will address, among other things, how workplace accidents occur, the construction of a safe workplace and how human behavior and ideas on security are affected. Safety culture, safety climate and sensemaking are key terms. The safety-oriented site layout plan, which is designed with multiple stages in SketchUp, uses components where safety distance and safety information are available. The site layout plan and its components visualize and inform workers at the construction sites about them. From the site layout plan, an animation based on the site layout plan stages, has been exported. This animation can and should be used in the workplace stalls to make sure that everyone are aware and takes advantage of it. An instructional video was also produced to facilitate the implementation of the new security-oriented site layout plan. It is noted that the plan provides individuals with a sense of meaning with the safety planning at the construction site as well as greater safety awareness. This should result in improvements in both safety culture and safety climate, which in turn, should improve workplace safety. The site layout plan only serves its purpose if it is available to everyone at the construction site and the basic premise is that the technology works flawlessly. The management holds the greatest responsibility for making security planning a part of a new routine when developing the site layout plan.

Key words: site layout plan, SketchUp, security planning, security awareness, 4D simulation, sensemaking, safety culture, safety climate.

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FIGURFÖRTECKNING	IV
FÖRORD	VII
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och mål	2
1.3 Avgränsningar	2
2 METOD	3
2.1 Studiens upplägg	3
2.2 Studiens genomförande	3
2.2.1 Litteraturstudier	5
2.3 Projektgrupp och studiens involverade parter	6
2.4 Resultatens giltighet	6
3 LITTERATURÖVERSIKT	8
3.1 Lagstiftning	8
3.1.1 Arbetsmiljölagen	8
3.1.2 Föreskrifter	9
3.2 Varför säkerhet är viktigt	9
3.3 När säkerhetsplaneringen bör inledas	9
3.4 Hur arbetsplatsolyckor uppstår	10
3.5 Uppbyggnad av en säker arbetsplats	10
3.5.1 Den fysiska miljön	11
3.5.2 Individen	11
3.5.3 Systemet	11
3.5.4 Organisationen	11
3.5.5 Säkerhetsklimat och säkerhetskultur	12
3.5.6 Hur påverkas säkerhetsklimatet?	12
3.5.7 Sammanfattning	13
4 PROJEKT VÄXHUSEN	14
4.1 Svårigheter med projektet	14

5	SÄKERHETSPLANERING VID FRAMTAGNING AV APD-PLANER	15
5.1	Möjligheter med en APD-plan i 3D och 4D	15
5.2	SketchUp	16
5.3	NCC:s nuvarande APD-planer	18
5.4	NCC:s framtida idé om deras APD-planer	20
5.5	Framtagning av den säkerhetsinriktade APD-planen	20
5.5.1	Nya komponenter	21
5.5.2	Bearbetade komponenter	23
5.5.3	Skeden i APD-planen	24
5.6	Respons på APD-plan	25
5.6.1	Frågor och idéer	25
5.6.2	Kritik och synpunkter	26
5.7	Slutgiltig APD-plan	27
5.7.1	Nya komponenter	27
5.8	Implementeringsverktyg	32
5.8.1	Instruktionsfilm	32
6	ANALYS	35
6.1	Påverkan på uppbyggnaden av en säker arbetsplats	35
6.1.1	Den fysiska miljön	35
6.1.2	Individen	36
6.1.3	Systemet	36
6.1.4	Organisationen	36
6.1.5	Säkerhetsklimat och säkerhetskultur	37
6.2	Tillämpbarhet	39
6.3	Implementering	40
6.3.1	Förslag till metoder för implementering	40
6.3.2	Hinder och möjligheter	41
7	SLUTSATS	43
	REFERENSER	46
	BILAGA 1	49
	BILAGA 2	52

Figurförteckning

Figur 1:	Illustration av grundvy i SketchUp	17
Figur 2:	Komponenter i SketchUp	18

Figur 3: APD-plan i 2D-vy	19
Figur 4: APD-plan i 3D-vy	19
Figur 5: Arbetsbod med dess attribut	20
Figur 6: Påmaskin	21
Figur 7: Spontmaskin	21
Figur 8: Dynamiskt säkerhetsräcke	22
Figur 9: Komponent med tillhörande attribut	22
Figur 10: Informationsskylt	23
Figur 11: Skyltar med dess alternativ	23
Figur 12: Arbetsbod som bearbetats	24
Figur 13: Olika zoner med färgkodning	27
Figur 14: Alternativ vid byte av text, färg och storlek	28
Figur 15: Grävare med olika säkerhetsavstånd beroende på armens längd	28
Figur 16: Upphöjda, transparenta säkerhetsavstånd	29
Figur 17: Nedsänkta, transparenta säkerhetsavstånd	29
Figur 18: Maskin som kräver arbetsberedning	30
Figur 19: Våningsplan med färgkodade zoner	31
Figur 20: Utrymningsskylt	31
Figur 21: Rökruta	32
Figur 22: Instruktionsfilmens första scen	33
Figur 23: Dynamiska komponenter	34

Förord

Den här studien utförs som ett examensarbete om 15 hp i byggingenjörutbildningen på Chalmers tekniska högskola, Göteborg. Examensarbetet utförs i samarbete med NCC Region Väst. Vi vill tacka alla Er på NCC som bidragit med tid och kunskap, ni har varit ovärderliga för vårt examensarbete. Vi vill särskilt tacka vår externa handledare på NCC, Karl Liberg, arbetsmiljöingenjör Bo Hedén och platschef Per Zetterlund, för ett härligt samarbete under våren. Vi vill också tacka vår handledare på Chalmers tekniska högskola, Henrik Linderöth, för goda råd kring studiens utförande. Ett sista tack går till våra opponenter Niclas Böregård och Christoffer Degerman som har bidragit med bra kommentarer på vår rapport under arbetets gång.

Göteborg juni 2013

Alexander Strand, Edvin Svantesson

1 Inledning

I kapitlet redogörs för bakgrunden till studien som understryker vikten av utökad säkerhetsplanering med tanke på det stora antal olyckor som idag sker inom byggbranschen. Vidare redogör kapitlet studiens syfte och mål där studien avser att undersöka möjligheterna till implementering av säkerhetsplanering vid skapandet av APD-planer. Kapitlet redogör även för studiens avgränsningar.

1.1 Bakgrund

Byggbranschen är mer olycksdrabbad än andra branscher och olyckor och arbetsplatskador förekommer dubbelt så ofta i byggbranschen jämfört med den genomsnittliga branschen (Arbetsmiljöverket, 2013a). I ”Nollvisionen – inga döda i byggnadsmiljön!” från 2008 kan följande citat läsas ”Sju av tio byggnadsarbetare som är över 50 år har genom sitt arbete fått bestående skador eller åkommor som påverkar deras förmåga. Endast 16 procent av alla 50-åriga byggnadsarbetare har ingen åkomma.” Denna statistik betonar vikten av säkerhetsförebyggande planering och ligger till huvudsaklig grund för studien. Sedan 70-talet har dock dödliga arbetsplatsolyckor minskat med 75 procent (Kartam, 1997) Trots denna positiva trend kvarstår faktumet att byggbranschen är den bransch där flest olyckor med dödlig utgång sker (Arbetsmiljöverket, 2010) och nästan hälften av alla Byggnadsmedlemmar känner att säkerhetsarbetet på byggprojekt runt om i landet är bristfälligt (DN, 2011). Bland de vanligaste orsakerna till olyckor nämns; fall till lägre nivå, olämpliga arbetsställningar och vid användning av maskiner. Brister i projektering och planeringen är också bakomliggande orsaker (Arbetsmiljöverket, 2013a).

Den enskilde individen kan i många fall få skulden när en olycka inträffar men omgivande faktorer är dock ofta bakomliggande orsaker (Törner, m fl. 2008). Törner betonar vikten av att ta hänsyn till arbetsmiljö och säkerhet i projektering och planering och framhäver även vikten av att göra det i ett så tidigt skede som möjligt (Törner, m fl. 2008). Mot denna bakgrund kan det antas att arbetsmiljö och säkerhet även kan beaktas i planeringskedet av APD-planer och således bidra till en säkrare arbetsplats.

En arbetsplatsdispositionsplan, en APD-plan, är något som alla större projekt innehåller. Traditionellt skapas en APD-plan som en 2D-ritning, men bland annat NCC använder sig av 3D-modeller i denna process. Dagens APD-planer beskriver bland annat lokaliseringen av nybyggnationer, boduppställningar, upplagsplatser, transportvägar med mera. Säkerhetsaspekter är idag i stort sett förbisedda vid planeringen av APD-planen. Vår uppdragsgivare NCC önskar dock att APD-planen ska innehålla information som kan minska riskerna för skada och ohälsa. Studier visar att desto tidigare säkerhetsplaneringen startar desto större möjligheter finns att minska säkerhetsriskerna (Szymberski, 1997).

Studien tar sin utgångspunkt i NCC:s önskemål om säkerhetsplanerade APD-planer. En del i säkerhetsplaneringen är skapandet av flera skeden i APD-planen. En APD-plan i 3D bunden till tidsplanens kritiska moment skapar en extra dimension och således en APD-plan i 4D. Studier visar på att modeller i 3D eller i 4D kan minska säkerhetsriskerna då en tydligare bild av projektet som helhet och specifika

arbetsmoment fås. 4D-modeller innehållandes information kan ses som en betydelsefull teknik vid skapandet av säkerhetsrelaterade arbetsplatsaktiviteter då visualisering av säkerhetsaspekter kan ske i flera skeden för att på så sätt skapa en mer illustrativ APD-plan (Kiviniemi, m fl. 2011). Eftersom byggarbetsplatsen är dynamisk är även en dynamisk layoutplanering nödvändig (Rwamamara, 2005).

1.2 Syfte och mål

Syftet med studien är att undersöka möjligheterna att påverka säkerhetsmedvetenheten hos personer som vistas på byggarbetsplatsen med hjälp av en säkerhetsinriktad APD-plan i 4D.

Målet är att APD-planen skall fungera som ett visualiseringsverktyg för att informera och uppmärksamma involverade parter på byggarbetsplatsen om säkerhetsrisker och säkerhetsåtgärder genom att skapa säkerhetsinriktade komponenter. Studien ämnar undersöka möjligheterna att implementera säkerhetsplanering vid skapandet av APD-planer i framtida projekt och redogöra för metoder som kan underlätta denna process. Vidare är målet att ge rekommendationer angående säkerhetsplaneringens tillämpbarhet i APD-planen.

1.3 Avgränsningar

Studien undersöker möjligheterna att utföra säkerhetsplanering under planeringsskedet av APD-planen och ämnar inte redogöra för möjligheter i produktionsskedet. APD-planer kan skapas med oerhört många skeden som kan representera minsta förändring av arbetsplatsens utformning. Studien avgränsar sig till kritiska moment, moment som kan anses extra riskfyllda ur ett säkerhetsperspektiv, och har tagits fram i samråd med involverade parter i projekt Växhusen.

NCC:s projekt Växhusens nuvarande APD-plan ligger till grund för skapandet av den säkerhetsplanerade APD-planen. Vid skapandeprocessens start fanns inte fullständig information angående Växhusens utformning eller tidsplan. Mycket var fortfarande ovisst. Studien har avgränsats till den preliminära information som fanns att tillgå vid processens start. Studiens syfte är inte att skapa en specifik APD-plan som bara kan användas till Växhusen, utan en mer generell som skall kunna implementeras i framtiden varav denna avgränsning inte bör påverka resultatet av studien.

2 Metod

Kapitlet redogör de metoder som använts för att ta fram studiens resultat och vilka metoder som använts för att dra studiens slutsatser, vilka metoder som använts vid insamling och bearbetning av information och hur denna information använts. Vidare redogör kapitlet för de personer som varit involverade under arbetets gång.

2.1 Studiens upplägg

Studien utförs som ett examensarbete om 15 hp för Byggingenjörsprogrammet på Chalmers tekniska högskola, Göteborg. Studien utförs i samarbete med NCC Region Väst och bedrivs med inspiration från aktionsforskning då studien utgår från liknande arbetsmetoder och mål. Aktionsforskning innebär: ”att man genomför noggrant planerade åtgärder som syftar till att eliminera eller reducera missförhållanden inom ett socialt system och analyserar effekten av dem” (Swedner, 2013).

2.2 Studiens genomförande

Studien påbörjades med litteraturstudier angående olyckor på arbetsplatsen, varför de sker, vilka konsekvenser som uppstår och när säkerhetsplaneringen bör börja. Studierna behandlade även uppbyggnaden av en säker arbetsplats, hur människor tänker och beter sig men även vilka lagar och förordningar som styr arbetsmiljöarbetet. Vidare studerades fördelar och möjligheter med 3D- och 4D-modeller och hur dessa modeller påverkar människors beteende och tankar. Även vad som behöver beaktas i säkerhetsplaneringen och vilka hjälpmedel som kan användas vid dess implementering. Litteraturen studerades för att lära oss om människors beteende och tankar kring säkerhet, vilket sedan la grunden för teorikapitlet. Litteraturen gav speciell kunskap angående uppbyggnaden av en säker arbetsplats där vi bland annat lärde oss om säkerhetsklimatet och dess betydelse för påverkan på säkerheten, vilket redovisas i Kapitel 3.5. Litteraturen ses som en essentiell grund att stå på för att kunna arbeta vidare med studien där litteraturstudien var det första som genomfördes.

Ett möte med externa handledaren på NCC och NCC Göteborgs arbetsmiljöingenjör anordnades för att diskutera generella säkerhetsaspekter som kunde beaktas i projektet. Detta lade en grund för framtida tankeverksamhet kring säkerhetsaspekter som säkerhetszoner och säkerhetsinformation. Under mötet framkom bland annat vikten av flera skeden för att representera en verklighetstrogen arbetsplats och för att omfatta de säkerhetsaspekter som behöver beaktas under projektets livstid. Mötet anordnades för att projektgruppen och NCC skulle ha samma mål och uppfattning kring studien och för att inga missförstånd skulle uppkomma. Under mötet bestämdes även att APD-planen skall framtas med ett verkligt och pågående projekt som referens, vår externa handledare på NCC ansvarade för val av projekt.

Nästa steg i studien var att bekanta sig med 3D-modelleringsprogrammet Trimble SketchUp, vidare i rapporten kallad SketchUp, som användes för att skapa APD-planen. Val av program har sin bakgrund i NCC:s nuvarande arbetsmetod vid framställning av APD-planer. Idag används Sketchup vid framställningen av deras APD-planer. Sketchup är ett användarvänligt program där man kan skapa detaljerade

APD-planer. En viktig funktion i programmet är möjligheten att skapa objekt som komponenter för att snabbt och smidigt kunna placera och orientera objekt på APD-planen. Programvaran är dessutom gratis och tillgänglig för alla vilket möjliggör en lätt och effektiv spridning av APD-planerna till berörda parter. Om så önskas kan dock en licens köpas för att få tillgång till mer avancerade delar. I framtagandet av komponenter krävs denna licens, programmet kallas då SketchUp Pro. Mot bakgrund av dagens arbetsmetod och de funktionaliteter SketchUp erbjuder kändes det naturligt att fortsätta med detta program. För att lära känna programmet bättre studerades flertalet instruktionsvideor, bland annat från SketchUp:s hemsida och några framtagna av NCC. SketchUp:s filmer illustrerade generella verktyg och tekniker i programmet medan NCC:s illustrerade nödvändiga funktioner vid framtagningen av just APD-planer.

I samråd med NCC framkom det att det krävs flera skeden i APD-planen för att säkerhetsställa att säkerhetsaspekter beaktas under hela projektets livstid. Kiviniemi m fl. (2011) drar samma slutsatser vilka beskrivs i Kapitel 1.1. Projekt Växhusen blev valt som referensprojekt och i konsultation med Växhusens platschef togs dess kritiska stadier fram för att skapa relevanta skeden i APD-planen. Skedena är definierade av olika arbetsmoment. Beroende på arbetsmomentet krävs viss utrustning och vissa säkerhetsåtgärder. Skedena framtogs i konsultation med platschefen eftersom han hade störst insyn i Växhusens arbetsmoment och arbetsskeden. Vidare bestämdes att APD-planen skulle redovisas för platschefen och andra involverade personer i Växhusen för att respons skulle kunna ges på dess utformning och säkerhetsaspekter.

Arbetet med APD-planen påbörjades sedan och diverse skeden började få sin utformning. I samband med detta fastställde projektgruppen i nära samarbete med NCC Göteborgs arbetsmiljöingenjör vilken utrustning och vilka säkerhetsaspekter som kunde anses nödvändiga att beakta under dessa skeden. Bland annat bestämdes storleken på diverse maskiners säkerhetsavstånd och vilken information komponenterna kunde innehålla. Projektgruppen har i många fall tagit egna initiativ som sedan utvärderats i diskussion med NCC och har på så sätt fått vissa synpunkter som komponenter och APD-plan reviderats efter.

När APD-planen nästintill fastställts och komponenterna var färdigbearbetade anordnades ett möte med Växhusens platschef, projektchef, två arbetsledare från avdelning Hus och en arbetsledare från avdelning Mark. Mötet anordnades för att få respons på APD-planen och för att diskutera deltagarnas åsikter angående APD-planens nytta och för att studera deltagarnas tankar kring säkerheten. Responsen presenteras i Kapitel 5.6. Mötet genomfördes med öppna frågor som var fria att besvaras av alla deltagarna för att skapa en diskussion mellan alla deltagare och belysa deras olika åsikter. Mötet var en viktig del för att studera möjligheterna att påverka säkerhetsklimatet, vilket genomfördes genom att studera deltagarnas tankar kring säkerheten, men även för att diskutera vad som anses nödvändigt för en framtida implementering och APD-planens tillämpbarhet. Dessa punkter är en del av studiens syfte och mål varav mötet var en essentiell del av studien.

APD-planen reviderades efter responsen som gavs under mötet och komponenter bearbetades och nya skapades. Revideringen anses nödvändig för att komponenterna skall kunna användas som en grund när APD-planen skapas i framtida projekt och på

så vis underlätta implementeringen av säkerhetsplaneringen vid skapandet av APD-planer, vilket är en del av studiens mål.

Som en del av implementeringen skapades en animation över APD-planens alla skeden. Animationen skapades för att användas som en film vilket gör den dynamiska APD-planen synlig för alla vilket kan öka mottagarnas medvetenhet kring säkerheten och påverka säkerhetsklimatet. Till sist skapades även en instruktionsfilm för att underlätta hanteringen av APD-planerna och för att underlätta hanteringen av de säkerhetsinriktade komponenterna. Filmen ses som en viktig del av implementeringen eftersom den kan spridas till alla som kan tänkas använda den säkerhetsinriktade APD-planen men även för att skapa ännu ett moment som behandlar säkerhet och på så vis visa vikten av säkerhet på arbetsplatsen. Båda filmerna skapades som rekommendationer för en underlättad implementering och ökad tillämpbarhet vilket var en del av studiens syfte och mål.

2.2.1 Litteraturstudier

Informationen som hämtats ur diverse rapporter har till stor del legat till grund för studiens teoridel, Kapitel 3. Två rapporter har bidragit till den mest användbara informationen där den ena använts för att beskriva möjligheterna med 3D- och 4D-modeller gentemot den klassiska 2D-modellen. Bland annat genom att understryka vikten av att kunna visualisera i fler än två dimensioner för att få en större förståelse över projektets helhet (Dehlin och Linderoth, 2013). Vidare betonar rapporten vikten av att involvera säkerhetsplaneringen i ett tidigt skede. Den andra rapporten lägger grunderna för säkerhetsplaneringen och beskriver viktiga tankesätt och beteenden hos människor och vad som behöver beaktas för att skapa en säker arbetsplats. Rapporten nämner bland annat fem nivåer som ligger till grund för en säker arbetsplats och behandlas specifikt i Kapitel 3.5. Information från rapporten har använts för att styrka APD-planens möjligheter att påverka dessa nivåer (Törner, m fl. 2009)

Rapporternas referenser har bidragit till ytterligare rapporter och studier som legat till grund för insamlingen av information. Bland annat har information hämtas som behandlat olycksstatistik, konsekvenser av olyckor och när säkerhetsplaneringen bör inledas (Kartam, 1997). Även fördelar och möjligheter med 3D- och 4D-modeller har hämtats vilket beskrivs i Kapitel 5.1 (Chantawit, 2004). Kiviniemi m fl. beskriver också möjligheter med 4D-modeller och vad som behöver utvecklas för att främja säkerhetsplaneringens implementering och förespråkandet av säkerhet, vilket behandlas i Kapitel 5.

Arbetsmiljöverket reglerar med föreskrifter och lagar vad som bör, eller skall efterföljas på en arbetsplats. Arbetsmiljöverkets hemsida har därför varit en betydelsefull del i sökandet efter de säkerhetskrav som ställs under ett byggprojekts levnadstid. På hemsidan finns såväl rekommendationer såsom strikta regler vilket behandlas i Kapitel 3.1. En arbetsmiljörapport, *Krafttag mot arbetsmiljöbrott*, har även bidragit med en tydligare bild av hur människor som jobbar i byggbranschen ser på säkerhet och arbetsmiljö.

I Kapitel 6 analyseras resultatet av studien och kapitlet återkopplar och knyter an till teorikapitlet som litteraturstudierna ligger till grund för.

2.3 Projektgrupp och studiens involverade parter

Den här studien utgör det examensarbete som avslutar byggingenjörsutbildningen på Chalmers tekniska högskola. Examensarbetet utförs av en projektgrupp bestående av Alexander Strand och Edvin Svantesson. Studien utförs i samarbete med NCC Region Väst, Göteborg. Extern handledare på NCC är Karl Liberg. Karl arbetar som VDC-specialist på avdelning Hus i Region Väst och har som ansvar att ta fram APD-planer i 3D för flera olika projekt. Karl har bland annat bistått med sitt kunnande inom SketchUp och således varit en viktig del i arbetsprocessen. Bo Hedén är arbetsmiljöingenjör och har ställt upp på intervjuer angående viktiga säkerhetsaspekter som kan beaktas vid planeringen av APD-planer.

Växhusens platschef, Per Zetterlund, har bidragit med viktig information angående utförandet av projekt Växhusen. Torleif Harrysson, projektchef på projekt Växhusen, har deltagit i diskussion med projektgruppen och bidragit med viktiga åsikter. Pontus Svensson, arbetsledare på avdelning Mark, har informerat om händelser rörande markskedet i projektet och således varit en viktig del i framtagandet av APD-planens skeden. De har även fungerat som viktiga bollplank i framtagandet av de resultat som senare presenteras i rapporten. Ett möte med Per, Pontus, Torleif och ytterligare två deltagare har även varit en viktig del av studiens slutsatser och analys.

Handledare på Chalmers tekniska högskola har varit Henrik Linderöth, docent från Högskolan i Skövde. Henrik har föreslagit flertalet rapporter som visat sig ha stor betydelse för vår arbetsprocess och insamling av information. Vidare har Henrik bidragit med viktig respons härrörande rapportens utformning.

2.4 Resultatens giltighet

Studien har utförts med inspiration från aktionsforskning där genomförda åtgärder för att öka säkerhetsaspekterna i APD-planer har diskuterats med insatt och kunnig personal på NCC:s kontor i Göteborg, bland annat arbetsmiljöingenjör på NCC Göteborg och projektchef för Växhusen. De säkerhetsinriktade komponenterna som skapats är den huvudsakliga åtgärd som gjorts för att skapa en mer säkerhetsinriktad APD-plan och har speciellt tagits fram i samarbete med Bo Hedén, arbetsmiljöingenjör. Vi har även fått bekräftat av Växhusens projektchef och platschef att de säkerhetsinriktade komponenterna har stor betydelse för planen. Detta tyder på att både personal i planering, projektering och produktion delar uppfattning. Den studerade litteraturen säger även att utveckling av komponentbibliotek är nödvändigt för att främja säkerhetsplaneringens implementering innan produktionsstadiet startar (Kiviniemi, m fl. 2011).

Inom aktionsforskning syftar de planerade åtgärderna till att eliminera eller reducera missförhållanden. Målet med den säkerhetsinriktade APD-planen är att minska olyckorna på arbetsplatsen där en åtgärd var att skapa APD-planen som en 4D-modell. Även här anser personal i planering, projektering och produktion att flera skeden är nödvändiga för att hantera alla säkerhetsaspekter på arbetsplatsen. Litteraturen styrker åsikterna om att en APD-plan i 4D skapar en mer illustrativ arbetsplats (Kiviniemi, m fl. 2011) och att modeller i 3D eller i 4D kan minska säkerhetsriskerna då en tydligare bild av projektet som helhet och specifika arbetsmoment fås (Dehlin och Linderöth, 2013).

En del av aktionsforskningen är att analysera effekterna av åtgärderna. Mötet där respons gavs på APD-planen och deltagarnas tankar studerades, vilket redovisas i Kapitel 5.6, anordnades för att studera de effekter åtgärderna gav vilket är en stor del av studiens analys och slutsats. En viktig del var att studera om säkerhetsklimatet kunde påverkas. Säkerhetsklimatet är något som bland annat beskriver säkerheten på en arbetsplats och definieras som det medlemmarna i gruppen uppfattar med sinnena och sedan gemensamt tolkar: ”så här gör ledningen här” eller ”så här gör vi här” (Törner, m fl. 2008). Indirekta effekter på säkerhetsklimatet bör kunna spåras när deltagarna får observera och diskutera APD-planen.

Analyserna i Kapitel 6 och slutsatserna i Kapitel 7 baseras på de synpunkter som hörts från personal i planering, projektering och produktion såväl som på egen erfarenhet vid skapandet av APD-planen, samt knyter an till den studerade litteraturens innehåll. På så vis kan trovärdiga och relevanta rekommendationer för framtida implementering, åsikter kring tillämpbarhet, svårigheter och hinder skapas. Byggprojekt består generellt av återkommande principer och rutiner när det kommer till platsledning och utförande av byggnationen. Den säkerhetsinriktade APD-planen och de slutsatser som dragits kring denna och dess påverkan på arbetsplatsens säkerhet bör därför vara överförbara till andra byggprojekt. Det som talar emot detta är att platsledningar på andra projekt inte säkerligen har samma positiva inställning till datoriserade hjälpmedel och 3D-modeller som den ledning projekt Växhusen hade. Vidare kan antalet personer som intervjuats anses vara få, men då studerad litteratur beskriver fördelar med APD-planen och alla som intervjuats, både i produktion och planering, bedömer att även övrig personal ser APD-planen som något positivt för säkerheten bör de slutsatser som dragits kring APD-planens påverkan ses som trovärdiga.

3 Litteraturöversikt

Kapitlet innehåller en litteraturöversikt över området ”säkerhet på arbetsplatsen” gällande lagar, studier och forskning och är skapat för att den praktiska delen av studien skall kunna genomföras. I kapitlet introduceras säkerhetsarbetet i Sverige idag genom att redovisa; viktiga lagar och förordningar inom byggbranschen och vilka förpliktelser Arbetsmiljöverket anger, varför säkerhet är viktigt, hur olyckor uppstår, när säkerhetsplaneringen bör inledas och uppbyggnaden av en säker arbetsplats.

3.1 Lagstiftning

För att skapa en säkrare arbetsplats har många rekommendationer givits under åren. Allt från en bättre grundutbildning inom företaget till direkta böter vid brott mot arbetsmiljölagen (Björklund, 2009). Det gäller att hitta en balans bland alla förslag och rekommendationer. Som en hjälp och grund att stå på finns Arbetsmiljölagen och flera föreskrifter, framförallt *Byggnads- och anläggningsarbete* (AFS 1999:03), redovisade på Arbetsmiljöverket. Björklunds arbetsmiljörappport från 2009 uppvisar att företag tenderar att dra ner på säkerhetsarbetet och dess planering för att få ett lägre pris då anbud läggs. Björklund skriver i sin rapport: *”I praktiken konkurrerar inte företagen med en god arbetsmiljö och säkra arbetsplatser, utan genom att inte ha det.”* De företag som satsar på säkerhetsarbete hamnar för högt i pris och förlorar byggprojektet. Diskussioner angående åtgärder kring detta har lett till förslag som att öka Arbetsmiljöverkets tillsyningsverksamhet genom att anställa fler byggnadsinspektörer. Ju fler kontroller som genomförs desto större blir chansen att byggföretag följer de lagar och förordningar som finns (Björklund, 2009).

3.1.1 Arbetsmiljölagen

Arbetsmiljölagen, vidare i rapporten förkortad till AML, finns till för flera olika parter inom byggbranschen. Den ställer krav på att säkerhetsarbetet och arbetsmiljön skall tas i beaktning redan i planering- och projekteringsfasen, där bland annat APD-planering ingår. AML behövs för att skydda arbetstagare mot oacceptabla arbetsförhållanden och tilldelar arbetsgivare ett stort ansvar som bland annat måste uppfylla följande punkter: (Arbetsmiljöverket, 2011)

- Vidta alla åtgärder som behövs för att förebygga ohälsa och olycksfall
- Instruera och informera de anställda för att undvika risker

Även om arbetstagare inte har lika mycket ansvar finns det dock vissa skyldigheter de måste uppfylla, bland annat följande: (Arbetsmiljöverket, 2011)

- Medverka i arbetsmiljöarbetet
- Följa föreskrifter
- Delta i genomförandet av åtgärder
- Använda skyddsanordningar och personlig skyddsutrustning

Det framkommer även i diskussioner, som redovisas i Björklunds rapport, att ett ökat individuellt ansvarstagande krävs för att komma längre i säkerhetsarbetet och skapa en god arbetsmiljö. AML stiftades 1977 (Arbetsmiljöverket, 2013b) och sedan 70-talet har de dödliga arbetsplatsolyckorna minskat med cirka 75 procent (Kartam, 1997).

Som en del i det säkerhetsförebyggande arbetet som AML förordar skall en byggarbetsmiljösamordnare för planering och projektering av projektet (BAS-P) utses av projektets byggherre. Senare i projektet, vid själva utförandet av byggnaden eller anläggningen, kommer BAS-U in som en byggarbetsmiljösamordnare som även denne har blivit utsedd av byggherren (Arbetsmiljöverket, 2013c).

Trots att arbetsmiljön har förbättrats och antalet arbetsplatsolyckor minskat de senaste åren uppstår det dock missar i både planering och projektering vilket leder till att människor skadar sig och i vissa fall till och med mister livet (Arbetsmiljöverket, 2013e). Vid de fall företagen bryter mot AML så kan det bli påföljder, exempelvis företagsböter (Arbetsmiljöverket, 2013f).

3.1.2 Föreskrifter

Som ett komplement till AML finns flera olika föreskrifter som mer detaljerat går igenom de olika krav och skyldigheter som ställs på arbetsgivare och arbetstagare. Det kan gälla allt från psykiska och fysiska belastningar till farliga ämnen eller maskiner (Arbetsmiljöverket, 2013d). Det finns cirka 40 föreskrifter angående byggbranschen och en av dem, som behandlar viktiga punkter rörande denna studie, är *Byggnads- och anläggningsarbete* (Björklund, 2009). Den här föreskriften behandlar och betonar nämligen vikten av byggherrens ansvar då arbetsplatsen utformas. En god planering av ett projekts APD-plan är alltså ett krav från Arbetsmiljöverket (Arbetsmiljöverket, 1999).

3.2 Varför säkerhet är viktigt

Den viktigaste orsaken för behovet av säkerhetsarbete är att förhindra att människor mister livet och att eventuella skador kan förebyggas. Det finns dock fler anledningar till varför det är av intresse för företag att satsa på ett väl fungerande säkerhetsarbete. Utöver eventuella böter för misskötsel av säkerheten kan företaget drabbas hårt ekonomiskt även på andra sätt. En skadad medarbetare leder ofta till tidsförlust inom projektet vilket givetvis påverkar ekonomin negativt (Kartam, 1997).

Förutom ekonomiska aspekter kan en arbetsplatsolycka även leda till ett försämrat rykte i branschen och inte minst en sänkt moral bland övrig personal om olyckan har sitt ursprung i säkerhetsbrister (Kartam, 1997). Det här har nyligen uppmärksammats då fackförbundet Byggnads genom Avtalsrörelsen 2013 hotat om att gå ut i strejk om bland annat säkerhet och arbetsmiljö på byggarbetsplatsen inte förbättras (Byggnads, 2013).

3.3 När säkerhetsplaneringen bör inledas

Säkerhetsplaneringen har hittills varit skild från projektplaneringen på grund av att säkerhetsåtgärder länge setts som en reaktiv åtgärd snarare än en proaktiv. Det vill

säga att nya åtgärder kommer först efter att en säkerhetsrisk har upptäckts eller en olycka inträffat. Det gäller att så tidigt som möjligt i planeringen påbörja säkerhetsarbetet och klargöra att även de första projektörerna i ett projekt behöver tänka på den framtida säkerheten på bygget (Kartam, 1997). Ju längre man skjuter på att inleda säkerhetsarbetet och ju närmre produktionsskedet man kommer desto svårare blir det att påverka säkerheten (Szymberski, 1997). Säkerhetsplanering vid planeringen av APD-planer är ett försök att införa säkerhetsåtgärder och säkerhetsinformation proaktivt.

3.4 Hur arbetsplatsolyckor uppstår

Arbetsplatsolyckor kan ha flertalet underliggande orsaker. Ofta får den enskilde individen ta på sig skulden när en olycka inträffar. Studier påpekar dock att det ofta finns bakomliggande orsaker och att det som bör pekas ut som verklig orsak kan till exempel vara bristande projekt- och produktionsplanering (Törner, m fl. 2008). För att vinna projektanbud i dagens konkurrensutsatta byggmarknad pressas byggtiderna och de efterföljande konsekvenserna blir att det öppnas upp för riskfyllda arbetsmoment härrörande ur stress. (Björklund, 2009). Bland de vanligaste orsakerna till olyckor nämns; fall till lägre nivå, olämpliga arbetsställningar och vid användning av maskiner. Brister i projektering och planeringen är också bidragande orsak (Arbetsmiljöverket, 2013a). Vid risk för fall till lägre nivå skulle APD-planen kunna illustrera säkerhetsräcken för att informera om risken och nödvändig åtgärd. Information rörande användningen av maskiner kan även illustreras i komponenter i APD-planen.

Törner m fl. påpekar att en säker arbetsplats byggs upp av fem nivåer som påverkar de faktorer som orsakar olyckor på arbetsplatsen. För att skapa en säkrare arbetsplats bör dessa fem nivåer angripas, vilka presenteras i Kapitel 3.5 och analyseras i Kapitel 6.1.

3.5 Uppbyggnad av en säker arbetsplats

Det talas ibland om att säkerhet skapas av fem olika nivåer, eller dimensioner. Nivåerna hänger ofta ihop med varandra och någon direkt separering dem emellan är svår att genomföra. Nivåerna består av:

- Den fysiska miljön
- Individen
- Systemet
- Organisationen
- Säkerhetsklimat och säkerhetskultur

Dessa nivåer är viktiga att beakta för att kunna planera en säker arbetsplats och säkra arbetsmetoder (Törner, m fl. 2008). Nivå ett, två och tre har med framgång länge varit i fokus vid förbättrandet av säkerhetsarbetet. Törner m fl. påpekar dock att ”*nya kompletterande synsätt och metoder krävs*” för att bekämpa arbetsplatsolyckor och förklarar att säkerhetsklimatet kan påverka övriga nivåer.

”Genom att utgå från arbete för att förbättra säkerhetsklimatet kommer man så att säga på köpet att uppdaga svagheter och styrkor på de andra nivåerna, inte minst på organisationsnivån och på systemnivån. Säkerhetsklimatet är alltså en väg in mot en bättre helhetssyn och ett därmed effektivare säkerhetsarbete” (Törner, m fl. 2008, s. 16).

3.5.1 Den fysiska miljön

Den fysiska miljön behandlar säkerhetsarbetet vid bland annat användandet av olika sorters utrustning, arbetsplatsutformningen och ljudnivån (Törner, m fl. 2008). Utrustning skall kunna användas utan risk för att olycksfall uppstår. Säkerhetsåtgärder som förebygger olycksfall skall användas. Säkerhetsåtgärder för att säkerställa säkra arbetsmoment skall även användas för att exempelvis förhindra olycksfall orsakade av ras eller fall. För hög ljudnivå orsakad av buller eller vibrationer skall förhindras (Arbetsmiljöverket, 2013g). Arbetsplatsen skall utformas med god framkomlighet och med ordning och reda (Törner, m fl. 2008)

3.5.2 Individen

Olyckor sker, och när de gör det finns det en risk att individen får skulden. Den mänskliga faktorn är något som ofta nämns i dessa sammanhang. Vid säkerhetsplanering kan det vara viktigt att veta att de bakomliggande orsakerna till olyckor anses vara omgivande faktorer som kan vara resultatet av bristfällig planering, snarare än den mänskliga faktorn (Törner, m fl. 2008).

3.5.3 Systemet

Mänskliga och tekniska komponenters samverkan, exempelvis samverkan mellan människor och maskiner, är det som kallas systemnivån. Människor hanterar tekniska komponenter på en daglig basis. Hanteringen av vissa komponenter kan vara mer riskfylld än andra, det är viktigt att det framgår på ett tydligt och lättförståeligt sätt hur dessa komponenter skall hanteras för att på bästa sätt undvika olyckor. Människor är flexibla, jämfört med att de flesta tekniska komponenter inte är flexibla och utför endast det arbete de är designade för. I detta system kan människor ses som flexibla och oberäkneliga. Om en teknisk komponent är utförd på ett sådant sätt att den inbjuder till en genväg, ibland med en medveten risk, så kan det medföra att människan utnyttjar denna genväg. Det är därför viktigt att de tekniska komponenterna är designade så att detta inte inträffar (Törner, m fl. 2008).

3.5.4 Organisationen

Organisationsnivån behandlar arbetsplatsorganisationens förmåga att på ett effektivt sätt: (Törner, m fl. 2008).

- Förmedla information på sådant vis att den når relevanta mottagare och att informationen kan omsättas och återkopplas
- Ta tillvara på den kunskap och de förmågor som personalen har att erbjuda
- Distribuera arbetsuppgifter efter individens förmågor och kunskap

Törner betonar här vikten av att de som är verksamma på arbetsplatsen får ta del av relevant information rörande arbetsmoment och dess säkerhetsaspekter. Ett problem är underentreprenörer som ofta utför sitt arbete utan speciell eftertanke och med skralt säkerhetstänk för att sedan dra vidare till nästa bygge (Björklund, 2009).

3.5.5 Säkerhetsklimat och säkerhetskultur

Säkerhetsklimat och säkerhetskultur är en nivå som fokuserar på hur individen uppfattar och reflekterar över säkerheten på arbetsplatsen. De är två begrepp med olika innebörd men som starkt påverkar varandra (Törner, m fl. 2008). Säkerhetsklimat och säkerhetskultur kan beskrivas på följande sätt: *”Säkerhetskultur brukar oftast definieras som värderingar och grundläggande normer avseende säkerhet, medan säkerhetsklimat kan ses som det som medlemmarna i gruppen uppfattar med sinnena och sedan gemensamt tolkar: ’så här gör ledningen här’ eller ’så här gör vi här’.”* (Törner, m fl. 2008, s. 20).

Törner m fl. konstaterar alltså att en god säkerhetskultur inte behöver innebära ett gott säkerhetsklimat. Denna nivå kan påverka övriga nivåer genom att arbeta med bakomliggande förhållanden och styra individers beteende genom att skapa goda förutsättningar med normer och värderingar för att individen på så vis kan göra ett bra vägval (Törner, m fl. 2008). Törner m fl. understryker därför vikten av ett förbättrat säkerhetsklimat som i sin tur ger upphov till förbättringar i övriga nivåer. Säkerhetsklimatet och säkerhetskulturen är alltså viktiga begrepp för att beskriva arbetsplatsens säkerhet.

3.5.6 Hur påverkas säkerhetsklimatet?

Törner m fl. betonar vikten av att påverka säkerhetsklimatet, varav frågan, ”Hur kan säkerhetsklimatet påverkas och hur förstår vi att det påverkas?”, behöver ställas. Säkerhetsplanering vid framtagningen av APD-planer innebär en ny rutin eftersom det inte utförs i dagsläget. Personer behöver därför skapa en mening med denna nya rutin varav begreppet meningskapande introduceras.

Meningskapande är ett begrepp som fått olika definitioner av olika personer. Weick (1995) behandlar meningsskapande inom organisationer och definierar det som något konkret snarare än metaforiskt. Han menar att meningsskapande bokstavligen talat definieras av sitt namn, *”att skapa mening”*.

Weick (1995) anser att meningsskapande är ett resultat som härrör från händelser där en individ upplever osäkerhet eller tvetydighet. Inom organisationen är utlösande faktorer sådana händelser som påverkar existerande rutiner (Weick, 1995). Därav kommer den säkerhetsinriktade APD-planen innebära att individen behöver skapa en mening med den upplevelse denna händelse skapat. Weick (1995) menar alltså att meningsskapande är styrt av individen. Individen är i sin tur påverkad av omgivningen vilket innebär att meningsskapandet skapas och formas av de intryck och upplevelser vi uppfattar från vår miljö.

Även om meningsskapandet är styrt av individen påverkas den av andra individer då de är en del av omgivningen. Här kan man se att individens handlande påverkas av hur individen tror att andra skall reagera på dennes handling. Omgivningen kan även indikera vad som är en lämplig handling genom normer, värderingar, regler.

Organisationsens normer, värderingar och regler kan därför styra individens meningsskapande mot något som organisationen anser lämpligt. I Kapitel 3.5.5 förklaras att säkerhetskulturen består av normer och värderingar vilket i sin tur innebär att meningsskapandet styrs av säkerhetskulturen. Kapitlet förklarar även att säkerhetsklimatet är påverkat av vad individer i en grupp gemensamt tolkar, vilket innebär att säkerhetsklimatet är påverkat av individers skapande av mening.

När individer skall agera gentemot en händelse anser Weick att rimlighet är överordnat korrekthet. Meningsskapandet styrs alltså av vad individen uppfattar som rimligt och inte korrekt. Detta beteende styrs av att individens behov av att agera. Att undersöka vad som är korrekt är en process som kräver mer tid än den som krävs för att anse att något är rimligt, vilket leder till att individen väljer att agera efter rimlighet snarare än korrekthet.

3.5.7 Sammanfattning

I Kapitel 3 beskrivs lagar, regler och föreskrifter som är nödvändiga för att säkerheten skall beaktas av alla. Det kan dock konstateras att dessa inte är tillräckliga för att råda bot på de olyckor som sker på dagens byggarbetsplatser. Törner m fl. (2008) framhäver vikten av att beakta de fem nivåerna vid uppbyggnaden av en säker arbetsplats och betonar behovet av ett djupare arbete med nivån ”säkerhetskultur och säkerhetsklimat”, som indirekt påverkar övriga nivåer, för att bekämpa arbetsplatsolyckor. Studien kommer därför vidare att fokusera på dessa fem nivåer med speciell tyngd på säkerhetskulturen och säkerhetsklimatet. I detta sammanhang är även individers skapande av mening ett viktigt begrepp, varför meningsskapandet även kommer ligga i fokus. Genom att ha behandlat dessa nivåer och begrepp kommer litteraturen ligga till grund för vidare analys och slutsatser som är nödvändiga för att uppfylla studiens syfte och mål angående APD-planens möjligheter att påverka säkerhetsmedvetenheten och säkerheten på arbetsplatsen.

4 Projekt Växhusen

Projekt Växhusen består av två höghus lokaliserade bredvid UOA, Ullevi Office Arena, på Skånegatan. Byggnaderna uppförs med åtta respektive sju våningar ovan mark. Byggnaderna är huvudsakligen utformade som kontorsbyggnader. Om uthyrningen av dessa kontor avklaras inom en snabb period kan eventuellt ytterligare tre byggnader tillkomma till projektet, två liknande höghus och en sammankopplande lägre byggnad. Alla byggnader utförs med en våning under mark som fungerar som parkering.

Preliminärt kommer byggnationen påbörjas den 1 juni 2013 och beräknas fortgå under cirka två år. NCC utför projektet som en totalentreprenad med partnering. Platschef i projektet är Per Zetterlund som hade samma position i det bredvidliggande projektet UOA. Innebörden av detta är att Per redan innehar erfarenhet över området och dess eventuella komplikationer. Boduppsättningen som användes till UOA är fortfarande lokaliserad på platsen och kommer således att användas till projekt Växhusen med korrigeringen att dess position kommer att flyttas. Under byggnationen av UOA utfördes varje vecka byggmöten, bland annat innehållandes diskussioner angående säkerheten på arbetsplatsen, vilket även kommer genomföras under projekt Växhusen.

4.1 Svårigheter med projektet

Projektets geografiska placering medför svårigheter för planeringen av byggarbetsplatsen. Kontorsbyggnaderna kommer vara belägna nära Skånegatan som består av flera körfält för motorfordon, separat väg för spårvagnar samt gång- och cykelbana. Gång- och cykelbanan är belägen närmast byggnadsområdet vilket kan innebära problem för arbetet på arbetsplatsen. Spårvägen korsar dessutom bilvägen i närheten av området vilket kan komplicera inkommande transporter och leveranser. Det faktum att det idag är ovisst om två eller fem byggnader kommer uppföras inom området ger upphov till svårigheter i planeringen.

5 Säkerhetsplanering vid framtagning av APD-planer

En APD-plan uppförs för att arbetet på byggarbetsplatsen skall pågå i en sund och säker miljö. Verkstäder, bodar, upplag, maskiner och transportvägar är sådant som beaktas och skall placeras på ett sådant sätt att risk för ohälsa och olycksfall förhindras (Arbetsmiljöverket, 2013g).

NCC önskar att implementera säkerhetsplanering vid skapandet av APD-planer som i dagsläget till stor del är förbisedd. Som en del av studiens syfte tas en APD-plan i 4D med säkerhetsinriktade komponenter fram. Anledningarna till varför APD-planen skapas i 4D är flera. Dels för att NCC ser många möjligheter med en sådan modell men också för att det finns flera studier som visar på att sådana modeller kan effektivisera arbetsmiljöarbetet och säkerheten på byggarbetsplatsen vilket redovisas i Kapitel 5.1. Den skapas också i 4D eftersom byggarbetsplatsen är dynamisk varav en dynamisk layoutplanering är nödvändig (Rwamamara, 2005).

APD-planer i 3D eller 4D skapade i SketchUp, med komponentbaserade objekt, är ett användarvänligt och dynamiskt verktyg och kan därför anpassas efter arbetsplatsens skiftande utformning (CADELIT, 2013). Utveckling av komponentbibliotek är nödvändigt för att främja säkerhetsplaneringens implementering innan produktionsstadiet (Kiviniemi, m fl. 2011). För att förespråka säkerhet kan bland annat informationsskärmar, virtuella visualiseringsrum och mobila elektroniska enheter användas (Kiviniemi, m fl. 2011).

Följande kapitel behandlar framtagningen av denna APD-plan och dess komponenter, APD-planens möjligheter, hur NCC:s APD-planer ser ut i dag, implementeringsverktyg samt programmet SketchUp.

5.1 Möjligheter med en APD-plan i 3D och 4D

Involverade parter i studien från NCC, så som platschef, projektchef och arbetsmiljöingenjör, ser flertalet möjligheter med APD-planer i 3D och 4D i jämförelse med 2D för att uppnå en säkrare arbetsplats. De är eniga om att planer i 3D och 4D underlättar individers upptagning av information vilket är nödvändigt för att alla skall få en gemensam uppfattning och mål över projektet för att på så vis uppnå en säkrare arbetsplats. NCC beskriver även möjligheterna att APD-planen kan användas i kommunikationen med kunden, grannarna eller media för att visa hur arbetsplatsen kommer att se ut under byggtiden (Hyll, 2013).

Studier visar på liknande åsikter och slutsatser, en studie förklarar att det är lättare att förstå allt ifrån detaljerade planer till mål och visioner med ett projekt om fler dimensioner än två används vid visualiseringen av dem (Dehlin och Linderöth, 2013). En av nackdelarna med att använda sig av 2D-planer är missförstånd uppkomna ur svårigheter i visualiseringen av 2D-planen till en mental 3D-bild. Ett projekts involverade individer kan föreställa sig olika mentala 3D-bilder vilket kan motverka ett gemensamt mål och vision (Chantawit, 2004). Missuppfattningar ute i produktionen kan även ske vilket kan leda till säkerhetsrisker. Den extra kommunikation som krävs för att få alla på samma våglängd kan kräva onödiga

resurser och extratid. 3D- och 4D-modeller underlättar elimineringen av missuppfattningar (Chantawit, 2004).

I 3D-modelleringsprogrammet SketchUp finns möjligheten att använda sig av objekt i form av komponenter. Komponenterna kan utformas som dynamiska komponenter vilka i sin tur har obegränsade möjligheter och kan bland annat anpassas med säkerhetsavstånd och säkerhetsinformation som på så vis visualiserar och informerar mottagaren om dessa (CADELIT, 2013). Användningen av säkerhetsinriktade komponenter är ett steg mot att uppnå en säkrare arbetsplats (Kiviniemi, m fl. 2011).

Byggarbetsplatsen är dynamisk där det ständigt sker förändringar allt eftersom tiden går (Rwamamara, 2005). Genom att arbeta med APD-planer i 4D kan inte bara de som har hand om säkerheten öka sin förståelse för hur byggarbetsplatsen förändras under byggtiden utan även yrkesarbetare och annan personal inom projektet som kommer i kontakt med APD-planen. Planeringen av säkerhetsinriktade APD-planer i 4D leder förhoppningsvis till att många säkerhetsrisker förutses redan i planeringsstadiet vilket i sin tur leder till att framtida säkerhetsrisker kan minskas. För att hålla kommunikation, mål och vision tydliga och uppdaterade under hela projektets gång är det av fördel om alla inblandade får ta del av APD-planen i 4D när helst de önskar. Dehlin och Linderoth (2013) förklarar att om alla vet vad som är det slutgiltiga målet för projektet är mycket vunnet när det kommer till säkerhetsarbetet i projektet. Projekt Växhusens platschef påpekar även att enligt egen erfarenhet orsakas olyckor ofta på grund av skräp och oreda på arbetsplatsen. Således ser han en vinst i att visualisera områden i APD-planen som är nödvändiga att hålla fria och rena.

Den säkerhetsinriktade APD-planen i 4D blir ett hjälpmedel för arbetsgivaren att uppfylla de krav som anges i Arbetsmiljölagen, *”Arbetsgivaren skall se till att arbetstagaren får god kännedom om de förhållanden, under vilka arbetet bedrivs, och att arbetstagaren upplyses om de risker som kan vara förbundna med arbetet.”* (Arbetsmiljöverket, 2013c).

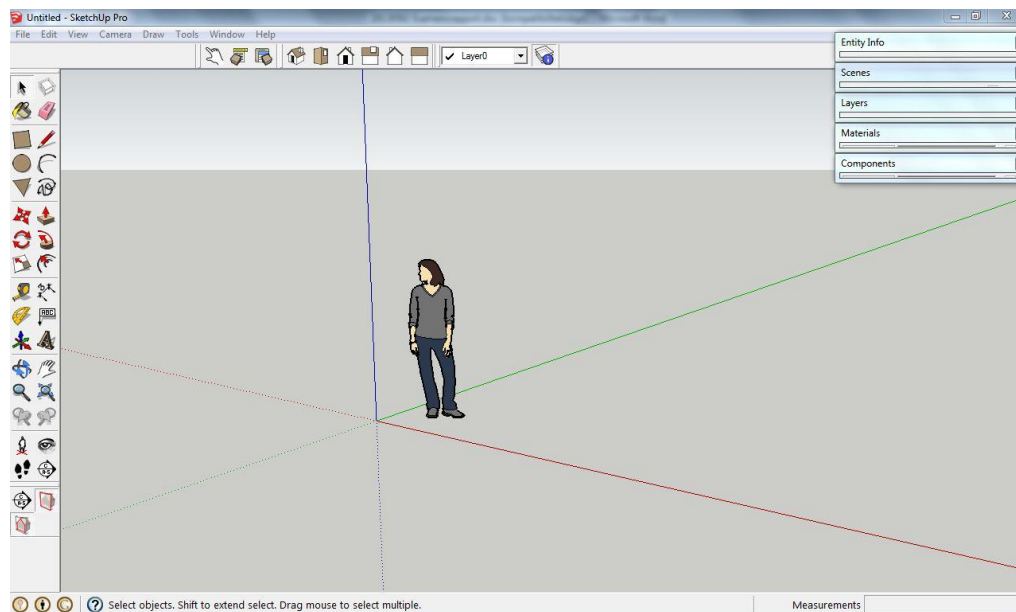
5.2 SketchUp

Idag är BIM och Virtual Design and Construction något som är vida känt inom byggbranschen och används idag av många byggföretag (NBS, 2013). Programmen inom VDC som finns att tillgå idag är många. NCC använder SketchUp som visualiseringsverktyg när de har skapat sina APD-planer i 3D. Programmet är gratis att ladda ner men en köplicens finns dock att tillgå för några fler avancerade delar. Den fria programvaran möjliggör att alla kan använda sig av den. Kombinationen av den fria programvaran och att SketchUp tillgodoser NCC:s behov vid framtagandet av deras APD-planer är anledningarna till varför de använder sig av programmet (Hyll, 2013). Ett naturligt steg för den här studien blir därför att fortsätta att använda sig av SketchUp då de nya säkerhetsinriktade 4D-modellerna byggs upp.

NCC har ett komponentbibliotek i SketchUp som täcker in de flesta komponenter som kan tänkas ingå i en APD-plan. Sådana objekt är exempelvis; byggkranar, bygghissar, bodar, verkstäder, armeringsupplag, cementblandare med mera. Komponenterna är ofta utformade som dynamiska komponenter vilket innebär att de innehåller vissa attribut som kan alterneras. Det kan exempelvis handla om längden på en tornkransarm eller antalet våningar hos en byggställning (Hyll, 2013). Som en del av den här studien har det adderats ytterligare komponenter för att få de nya APD-

planerna mer säkerhetsinriktade. Trimble har även ett eget komponentbibliotek, Trimble 3D Warehouse, som tillåter användare över hela världen att dela med sig av sina objekt (Trimble, 2013a).

SketchUp innehar funktioner som möjliggör för användaren att på ett smidigt sätt skapa olika scener, som i sin tur kan representera olika skeden i projektet. Genom att använda sig av dessa scener och programmets animationsverktyg kan man även skapa och exportera filmsekvenser (Trimble, 2013b). Figur 1 illustrerar grundvyn som användaren möts av vid uppstart av ett nytt projekt.



Figur 1: Illustration av grundvyn i SketchUp

SketchUp ställer krav på maskinvara och programvara. För Windows, som är det vanligaste operativsystemet, ställs följande krav: (Google, 2012a)

- NET Framework 2.0
- Grafikkort som är fullständigt kompatibelt med OpenGL 1.5+
- Windows-kompatibel pekenhet
- Microsoft® Internet Explorer 6.0 eller senare

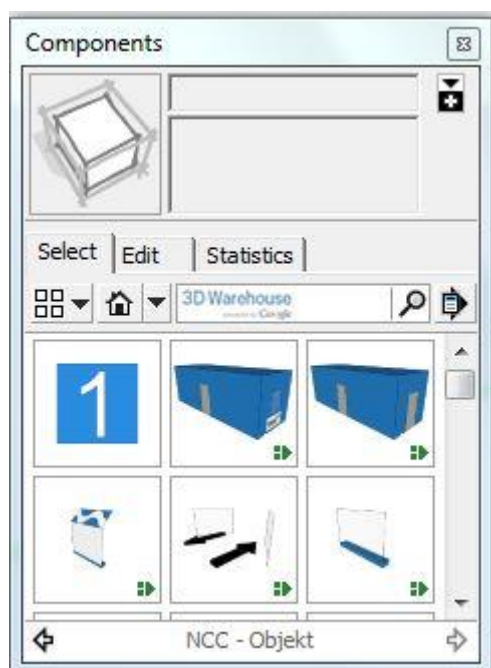
SketchUp anger även en rekommenderad konfiguration: (Trimble, 2013b)

- 2 GHz Pentium® 4-processor eller snabbare
- 2 GB RAM
- 500 MB ledigt hårddiskutrymme. 15 GB för Vista
- Grafikkort 3D-klass med 512 MB reserverat minne
- Mus med 3 knappar och rullningshjul

För att undvika att programmet arbetar långsamt, trots att de krav SketchUp ställer är uppfyllda, bör man undvika stora filer som kan göra programmet långsammare. Komponenter och texturer som inte används kan rensas bort för att minska filens storlek (Google, 2012b).

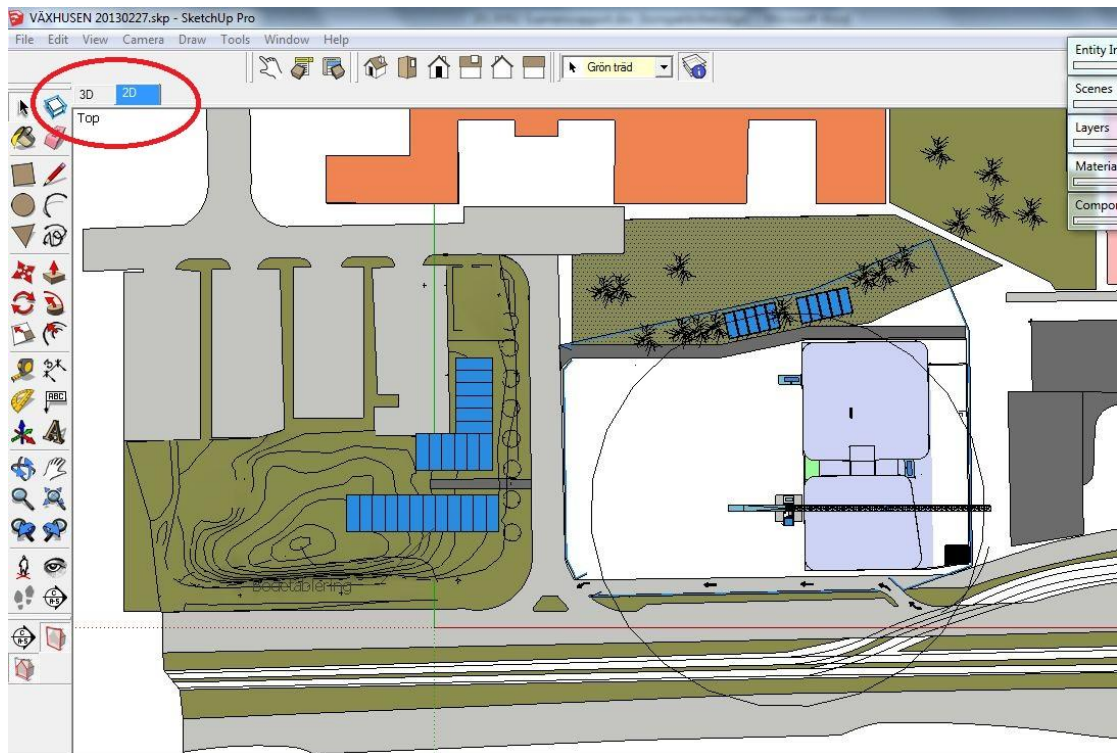
5.3 NCC:s nuvarande APD-planer

Karl Liberg, VDC-specialist, förklarar att APD-planer idag ofta tas fram av platsledningen i ett projekt. Platsledningen får ofta hjälp av kunniga tjänstemän för att skapa en grund till APD-planen som sedan kan bearbetas. Typiska APD-planer innehåller framtida bebyggelse, boduppställning, upplagsplatser, transportväg till arbetsplatsen, avlastningszon och parkering med mera (Sanad, m fl. 2008) Många av dessa objekt finns som komponenter i SketchUp där vissa är dynamiska och vissa inte (Hyll, 2013). Enligt egen erfarenhet är användandet av komponenter okomplicerat. Det räcker helt enkelt med att markera en komponent och sedan placera den på valfri plats. En grön markering föreställande två punkter och en pil i nedre högra hörnet visar om komponenten är dynamisk eller inte (Hyll, 2013) Figur 2 visar det fönster som är tillgängligt i SketchUp vid val av komponenter.

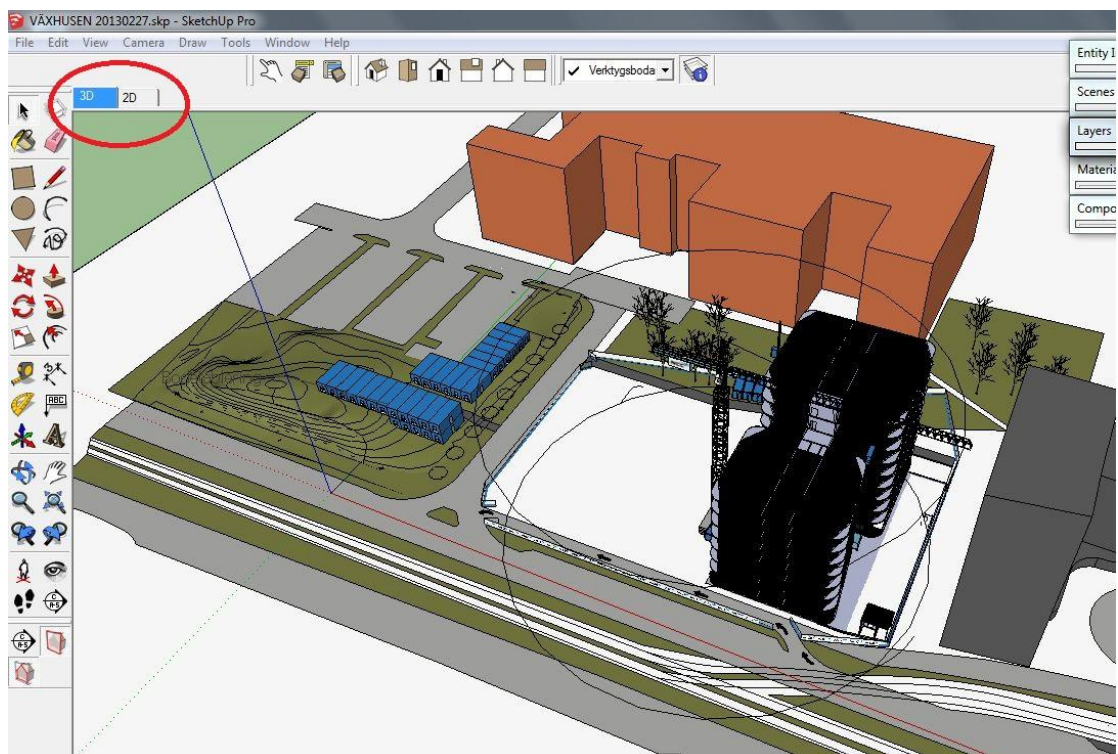


Figur 2: Komponenter i SketchUp

Liberg säger att NCC utformar sina APD-planer i minst två olika scener. En scen där modellen visas i 3D och en scen där modellen visas rakt uppifrån i 2D. Utöver dessa kan ibland, beroende på projektet, fler scener skapas för att illustrera olika etapper i byggnationen. Skapandet av de två grundscenerna förenklar navigeringen mellan 3D och 2D. Figurerna 3 och 4 beskriver utseendet av de flikar som används för att växla mellan scener.



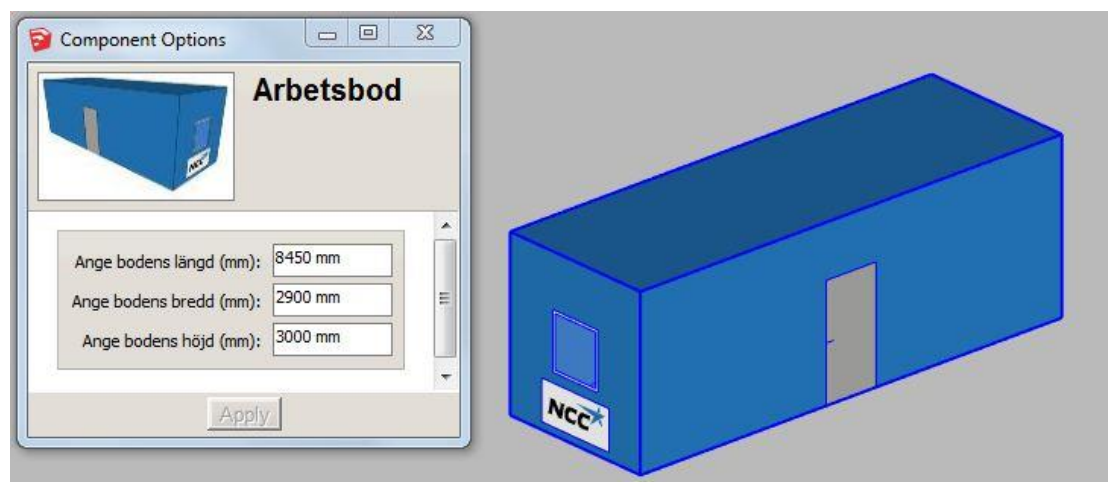
Figur 3: APD-plan i 2D-vy



Figur 4: APD-plan i 3D-vy

De komponenter som används i dessa APD-planer innehåller ingen säkerhetsinformation, varken i textform eller visuellt. Vanligtvis kan komponenten

modifieras med avseende på storlek. Vissa komponenter tillåter ytterligare modifikation men aldrig säkerhetsrelaterat. Figur 5 beskriver hur en komponent generellt är uppbyggd.



Figur 5: Arbetsbod med dess attribut

5.4 NCC:s framtida idé om deras APD-planer

Liberg förklarar att NCC vill utveckla dagens APD-planer med aspekter som riktar in sig mot säkerheten och arbetsmiljön på byggarbetsplatsen. Dagens APD-planer har en avsaknad av säkerhetsorienterade komponenter. Skyddsräcken, säkerhetszoner och interna transportvägar är sådant som projektgruppen i samråd med NCC konstaterat kan vara till stor hjälp i arbetet med att göra APD-planen mer säkerhetsinriktad. Vissa objekt existerar idag inte och behöver modelleras, pålmaskin, spontmaskin och skyddsräcke är sådana exempel. Andra objekt behöver anpassas för att på så vis erhålla en säkrare APD-plan. Hur detta är utfört behandlas i kapitel 5.5.

Vidare förklarar Liberg att NCC:s APD-planer idag består av tre dimensioner men innehåller ibland flera skeden. I framtiden är målet att de här säkerhetsinriktade APD-planerna skall vara i 4D. Målet är att efter genomgång av tidsplanen välja ut kritiska skeden som får egna ”scener” i SketchUp. De här ”scenerna” fungerar sedan som APD-planer för olika skeden. På så vis illustreras arbetsprocessen på arbetsplatsen och begreppet tid, den fjärde dimensionen, införs. APD-planen för hela projektet kan nu studeras utifrån dessa valda tider och arbetsmoment.

5.5 Framtagning av den säkerhetsinriktade APD-planen

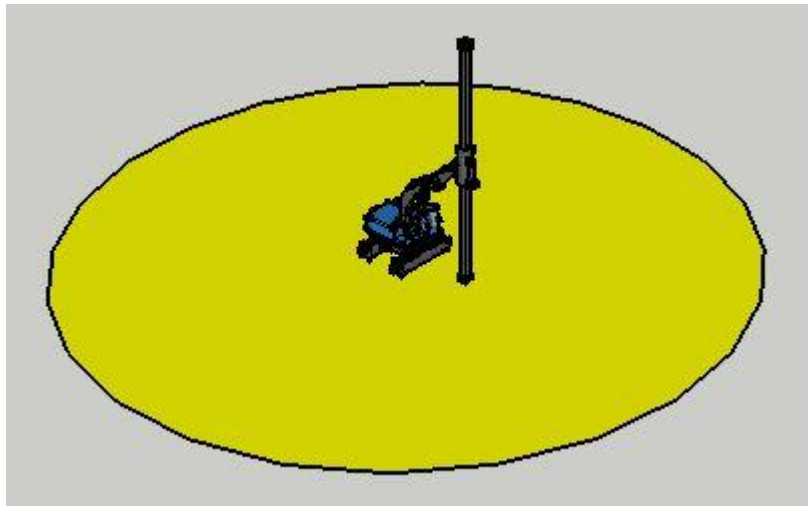
Projektgruppen har i samråd med Per Zetterlund, platschef, och Bo Hedén, arbetsmiljöingenjör, tagit fram nya komponenter och bearbetat befintliga komponenter från NCC:s komponentbibliotek. Maskiner som kräver säkerhetsavstånd har givits ett attribut som gör det möjligt att välja om man vill visa avståndet eller ej. Viktig säkerhetsinformation som är relevant för tillhörande maskin eller arbetsmetod är infogad i komponentens beskrivning. Här kan det även finnas länkar till relevanta hemsidor eller arbetssätt. För att få tillgång till en komponents information och valmöjligheter, dess attribut, behöver man endast gå in under fliken ”Component Options”. Kapitlet behandlar nya och bearbetade komponenter samt framtagningen av APD-planens skeden.

5.5.1 Nya komponenter

Nedan följer beskrivningar över nya komponenter som tagits fram i studien.

➤ Pålmaskin

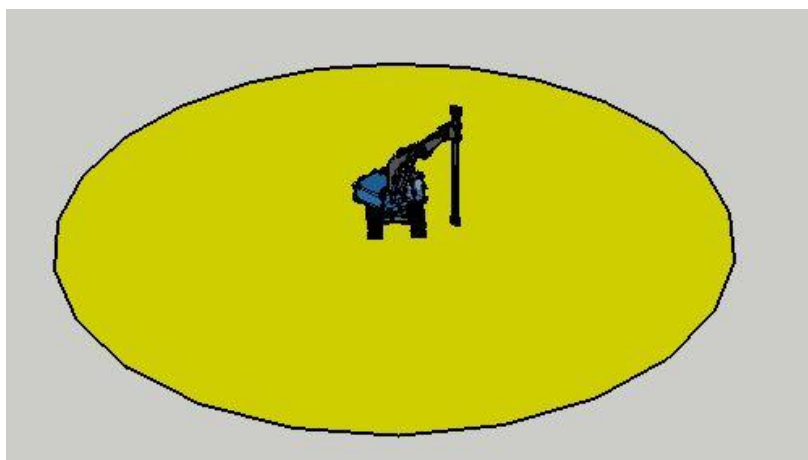
Komponenten är baserad på en befintlig komponent, föreställande en grävare. Grävaren har blivit förändrad för att påminna om en pålmaskin men komponenten behöver förändras eller bytas ut i framtiden för att ge en verklig bild av dess utseende. Figur 6 illustrerar denna komponent.



Figur 6: Pålmaskin

➤ Spontmaskin

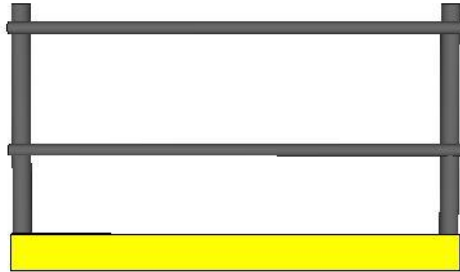
Komponenten är baserad på en befintlig komponent föreställande en grävare. Grävaren har blivit förändrad för att påminna om en spontmaskin men komponenten behöver förändras eller bytas ut i framtiden för att ge en verklig bild av dess utseende. Figur 7 illustrerar denna komponent.



Figur 7: Spontmaskin

➤ Säkerhetsräcke

Komponenten är skapad för att efterlikna de säkerhetsräcken som idag skall användas på arbetsplatsen. Räcket består av en fotlist med en höjd av 15 centimeter, två ledare på avståndet 0,5 meter respektive 1,0 meter över marknivå och två stänger. Figur 8 illustrerar denna komponent.



Figur 8: Dynamiskt säkerhetsräcke

➤ **Skylt – Hjärtstartare**

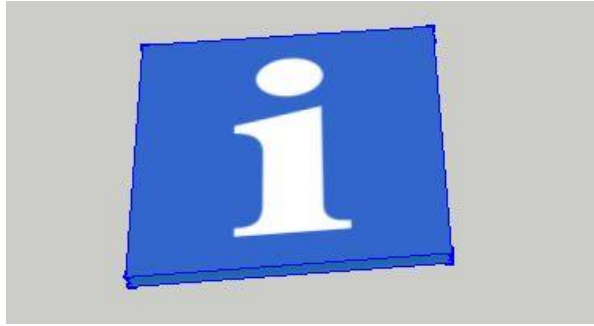
Komponenten är skapad för att på APD-planen illustrera var man kan finna en hjärtstartare. Komponenten innehåller viktig information i textform. Figur 9 illustrerar komponenten och dess alternativ.



Figur 9: Komponent med tillhörande attribut

➤ **Skylt – Information**

Komponenten är skapad för att på APD-planen illustrera var man kan finna information och uppslag om arbetsmiljöplanen, APD-plan, tidsplan med mera. Figur 10 illustrerar denna komponent.



Figur 10: Informationsskylt

➤ Skylt – Säker arbetsplats

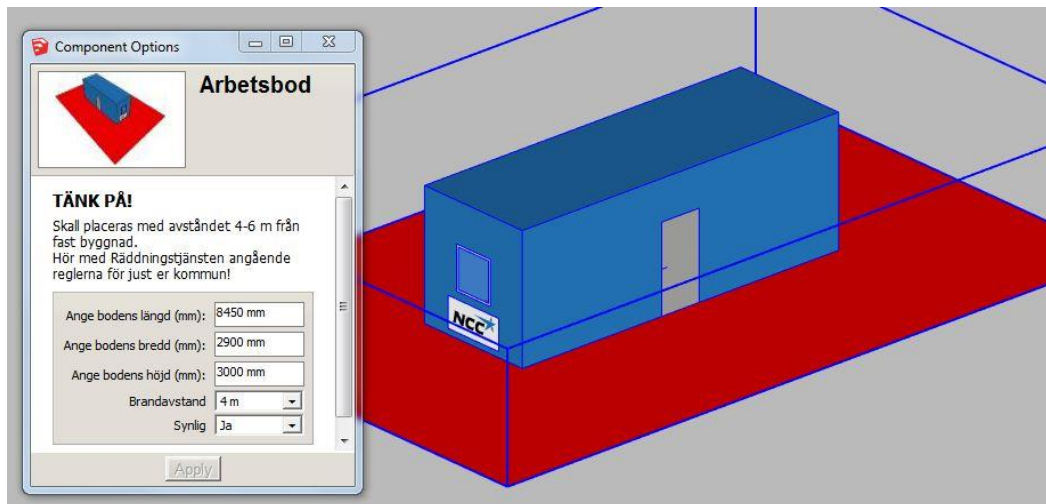
Skyltarna är skapade för att redovisa vad som gäller på just den arbetsplats som APD-planen gäller för. Skyltarna finns med fyra, sju och tio ikoner. Vad som gäller finns även inlagt i varje enskild skylt i textform. Figur 11 illustrerar dessa komponenter.



Figur 11: Skyltar med dess alternativ

5.5.2 Bearbetade komponenter

De flesta befintliga komponenter i NCC:s komponentbibliotek har bearbetats och säkerhetsavstånd och säkerhetsinformation har adderats. Säkerhetsavstånden har fått två kulörer, röd som markerar brandavstånd och gul som markerar avstånd som bör följas. Bearbetning av komponenter är ett arbete som visat sig kräva sin tid. Studien har haft som utgångspunkt att bearbeta alla relevanta komponenter för att på så vis underlätta implementeringen i framtiden. En sammanfattning över nya och bearbetade komponenter redovisas i Bilaga 1. Figur 12 illustrerar en arbetsbod som blivit bearbetad där säkerhetsavstånd och säkerhetsinformation lagts till. Arbetsboden kan jämföras med Figur 5 som är samma komponent men obearbetad.



Figur 12: Arbetsbod som bearbetats

5.5.3 Skeden i APD-planen

Tidigare i Kapitel 2.2 nämns att APD-planens skeden tagits fram i samråd med Växhusens platschef. Skedena valdes efter, vad platschefen ansåg, kritiska skeden för säkerheten. Kritiska skeden skapas när ett nytt arbetsmoment startar eller avslutas vilket innebär en förändring av arbetsplatsen i hänsyn till maskiner och arbetare. De kritiska momenten nedan representerar APD-planens olika skeden.

- Spontning påbörjas, grävare skapar spontdiken
- Planschakt påbörjas, spontning pågår
- Spontning avslutas, planschakt pågår
- Pålning påbörjas, planschakt pågår
- Planschakt avslutas, pålning pågår
- Strimmelschakt påbörjas, pålning avslutas
- Betongarbete källare påbörjas, strimmelschakt pågår
- Strimmelschakt avslutas, betongarbete källare pågår
- Prefab-stomme påbörjas, betongarbete källare pågår
- Betongarbete källare avslutas, prefab-stomme pågår
- Plan två till nio redovisas som olika skeden
- Utrymningsväg och färgkodade zoner för byggnadsplan
- TA-plan

Skedena illustreras i Bilaga 2.

5.6 Respons på APD-plan

För att fullfölja studiens syfte, angående möjligheterna att påverka säkerhetskulturen och säkerhetsklimatet, anordnades ett möte med personer delaktiga i projekt Växhusen. Mötets syfte var att få respons, idéer och kritik på den APD-plan som tagits fram vid denna tidpunkt men främst för att studera deltagarnas tankar kring säkerheten. Vidare var målet med mötet att använda sig av detta för att förbättra APD-planen. Följande var mötets deltagare; platschef, projektchef, två arbetsledare från avdelning Hus och en arbetsledare från avdelning Mark.

Mötet inleddes med en presentation över studiens syfte och utförande och följdes sedan upp med en visuell redovisning av APD-planen. Som en del av redovisningen förklarades det för deltagarna hur de dynamiska komponenterna och hur scener i programmet fungerar. Redovisningen utgick sedan från de skeden som tidigare tagits fram och diskussion mellan deltagarna utfördes efter varje enskilt skede. Diskussionerna antecknades samt spelades in inför framtida revidering av APD-planen. Mellan och under skedena deltog deltagarna intresserat i diskussion och många idéer, frågor och kritik framfördes. Kapitel 5.6.1 och 5.6.2 beskriver dessa.

5.6.1 Frågor och idéer

Inledningsvis och progressivt under mötet ställde deltagarna frågor angående komponenternas möjligheter, hur komponenterna används och hur scener fungerar. Frågor behandlade möjligheterna att ändra utformningen av säkerhetsavstånden, möjligheten att göra komponenter dynamiska, hur man kunde fastställa vissa kameravinklar i de scener som användes för att beskriva APD-planens skeden och hur dessa scener fungerar om en ändring sker i den. Generellt ställdes få frågor medan de istället var flitiga med nya idéer till APD-planen. Listan nedan beskriver dessa:

- Visa antalet arbetare på plats
- Skapa en komponent som illustrerar olika zoner
- Utförligare säkerhetszon till grävare
- Ange maskiner som kräver arbetsberedning och riskanalys
- Interna transporter inomhus
- Utrymningsskylt
- Rökruta
- Transparenta säkerhetsavstånd
- Visa trafikanordningsplan (TA-plan) som ett eget skede

Platschefen påpekade även möjligheten att ha ett skede där endast en byggnads våningsplan visualiseras. I detta våningsplan kan sedan interna transporter, utrymningsvägar, första hjälpen och brandsläckare visualiseras. Vidare påpekades allmänna ändringar av APD-planen varav planen kunde revideras för att stämma mer

överrens med den framtida utformningen, exempelvis i vilka skeden vissa maskiner används.

Att APD-planen visualiserades i 4D väckte många tankar hos deltagarna som kunde se förbättringsmöjligheter i de olika skederna samt idéer om nya skeden i APD-planen. Noterbart var deltagarnas diskussion kring arbetsplatsens utformning och huruvida positionen av vissa maskiner bör ändras för att uppnå tillräcklig räckvidd. Något som utmärkte sig under mötet var att deltagarna spontant började diskutera pålmaskinen som har ett säkerhetsavstånd på 25 meter. På APD-planen visualiserades det tydligt att säkerhetsavståndet inkräktade på Skånegatan där tredje man färdas både kollektivt och privat. Deltagarna uppmärksammade detta och diskuterade problemet med utförandet av just detta arbetsmoment och vilka komplikationer det innebär. Slutsatsen var att det inte går att genomföra pålning utan att säkerhetsavståndet inkräktar på Skånegatan, men trots det måste arbetet utföras.

Intressant var även hur APD-planen skapade tankar kring andra användningsområden utöver dess ordinarie syfte. Bland tankarna fanns idéer om att använda APD-planen tillsammans med TA-planen, trafikanordningsplanen. TA-planen kan användas för att illustrera utanförliggande transportvägar till bygget från ett längre avstånd än vad som visas idag. Projektchefen påpekade också möjligheten att med APD-planen redovisa eventuella hinder för byggherren som kan uppstå på byggarbetsplatsen av hänsyn till vissa säkerhetsavstånd.

5.6.2 Kritik och synpunkter

Deltagarna ställde sig mycket positiva till förändringen av APD-planen då bland annat säkerhetsavstånden inte fanns tillgängliga tidigare. Framförallt påpekade projektchefen att det faktiskt finns ett behov av att visa säkerhetsavstånd. En arbetsledare ställde sig mycket positiv till möjligheten att plocka in komponenterna direkt i APD-planen och samtidigt se säkerhetsavståndet. Vidare påpekade han fördelen av att alltid ha med sig dessa oavsett projekt. Alla projekt är olika och APD-planer är olika men säkerhetsavstånden till maskiner är alltid dessamma. Citerat från en av arbetsledarna angående modellen: *”Vansinnigt bra, det finns oändliga punkter man kan använda detta till, men det kräver en hel del tid”*. Platschefen ansåg bland annat att möjligheten att skapa flera scener från olika vyer ökar och underlättar förståelsen för de inblandade.

Platschefen uttryckte vikten av att alla komponenter finns färdiga och tillgängliga för att han själv och andra skall kunna uppföra en APD-plan liknande denna. Enkelhet för att skapa självständighet ansåg han vara oerhört viktigt. Vidare påpekades vikten av att modellen är uppdaterad för att undvika missförstånd på arbetsplatsen. En film som visar hur man skall använda sig av APD-planen och dess komponenter ställde de sig väldigt positivt till. En nackdel som upplystes var att säkerhetsavstånden försvann när de hamnade under marknivå, vilket de önskade skulle lösas.

Generellt påpekade deltagarna på mötet att många vet om att maskiner har vissa säkerhetsavstånd, speciellt pålmaskinen med sina 25 meter, men att det ändå bortses från på arbetsplatsen. De såg därför en fördel av att det redovisades på APD-planen för att påminna om att säkerhetsavståndet faktiskt existerar. Även säkerhetsräcken som i många fall kan anses självklara har en fördel av att redovisas i APD-planen för att informera även den mest ouppmärksamma arbetaren.

Vid diskussion kring framtida visualisering av APD-planen för yrkesarbetarna i projektet ansåg platschefen att en film skapad utifrån de scener som finns tillhandahållna i SketchUp, vilket kan redovisas på en informationsskärm i boden, var ett förslag över den faktiska modellen. På så vis kunde yrkesarbetarna tydligt se hur arbetsplatsen förändrades över tid. Yrkesarbetarna kan sedan, om så önskas, använda sig av programmet inne på en kontorsdator för att få en utförligare bild där möjligheten till en interaktiv upplevelse av APD-planen ges.

5.7 Slutgiltig APD-plan

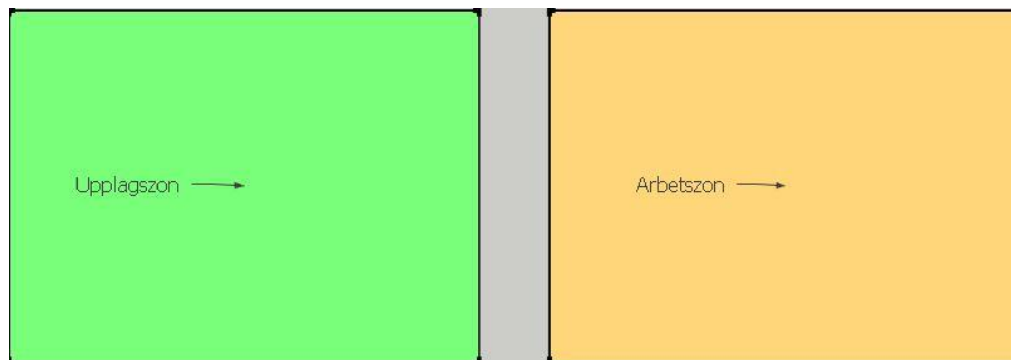
I enlighet med den respons som redovisas i Kapitel 5.6 reviderades APD-planen. Dispositionen av arbetsplatsen ändrades i vissa skeden men framförallt skapades nya komponenter vilket kapitlet redogör för. Revideringen anses nödvändig för att komponenterna skall kunna användas i framtida projekt och på så vis underlätta implementeringen av säkerhetsplaneringen vid skapandet av APD-planer.

5.7.1 Nya komponenter

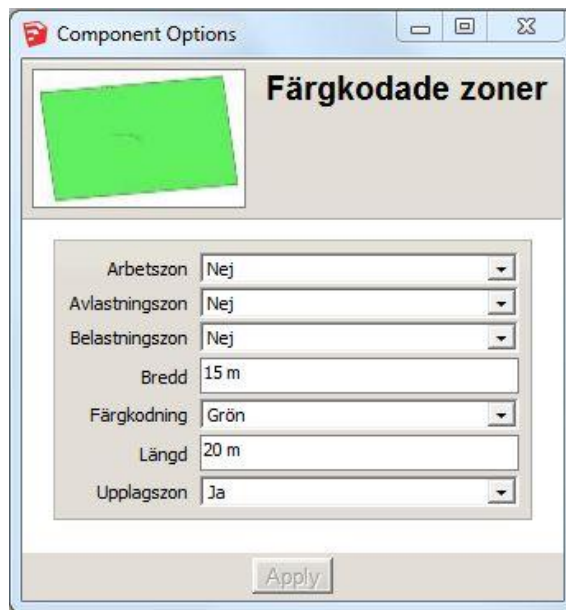
Figur 13-21 beskriver nya och bearbetade komponenter.

- Komponent som illustrerar olika zoner

Zonerna har skapats med attribut som möjliggör modifiering av dess dimensioner, färg och text.



Figur 13: Olika zoner med färgkodning

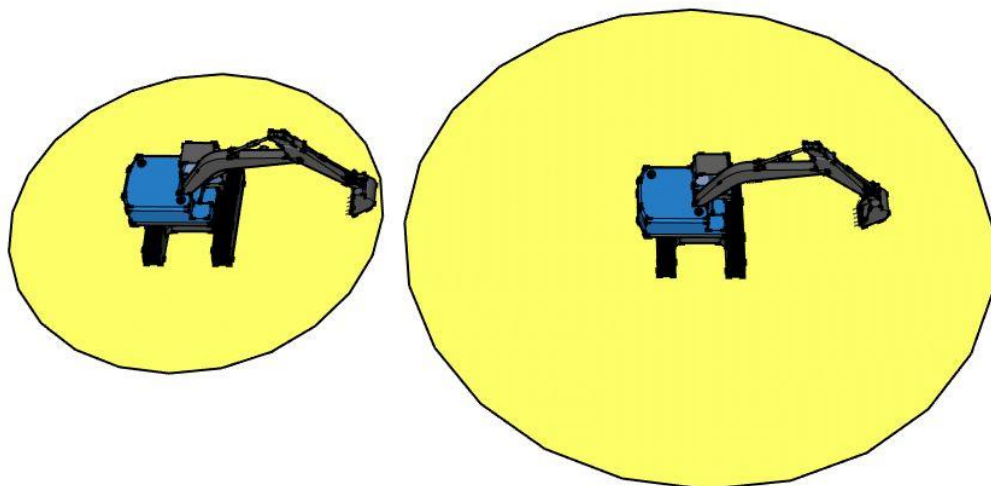


Figur 14: Alternativ vid byte av text, färg och storlek

I enlighet med Kapitel 3.4 kan dessa zoner användas för att illustrera var ordning och reda behöver hållas för att inte påverka framkomlighet och undvika onödig transport av material som placerats på fel plats och på så vis minska riskerna för olycka. Zonerna kan även illustrera belastningstoleranser på marken genom att använda olika färger beroende på markens tolerans.

- Utförligare säkerhetszon till grävare

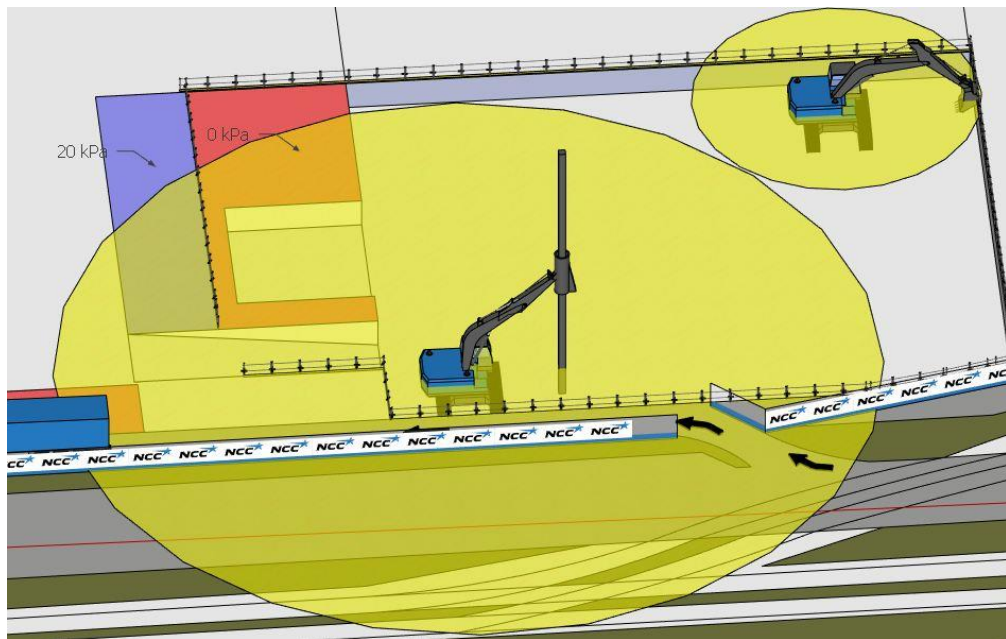
Ett modifierbart säkerhetsavstånd lades till för att kunna ändra avståndet efter grävarens arm. Armens längd kan dock inte modifieras.



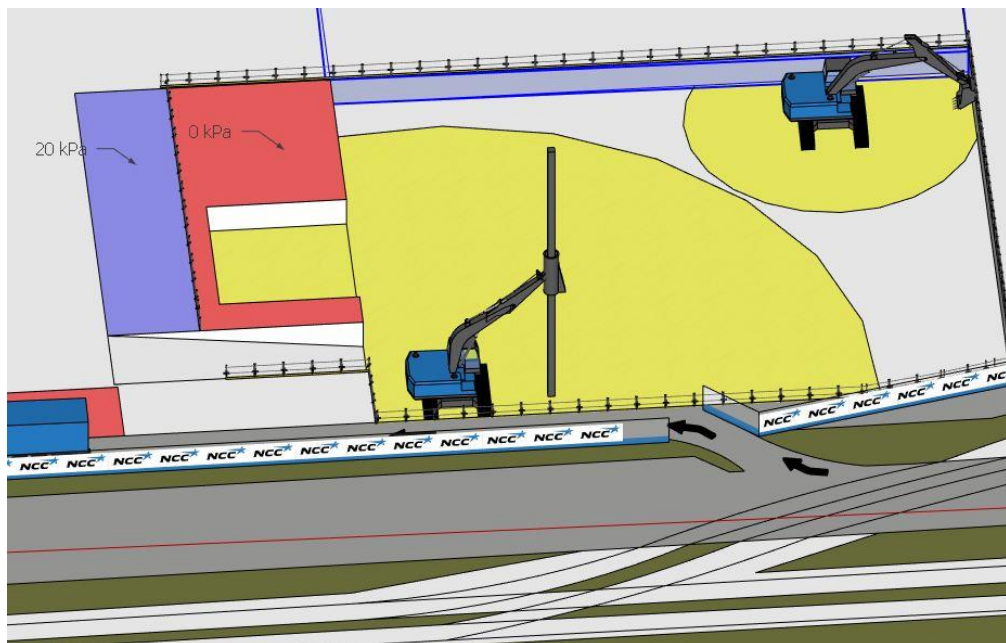
Figur 15: Grävare med olika säkerhetsavstånd beroende på armens längd

- Transparenta säkerhetsavstånd

Säkerhetsavstånden fick en transparens för att göra objekt under säkerhetsavståndet synliga. Ett attribut som möjliggjorde en förändring av dess höjdläge lades till för att avståndet alltid skall kunna göras synligt.



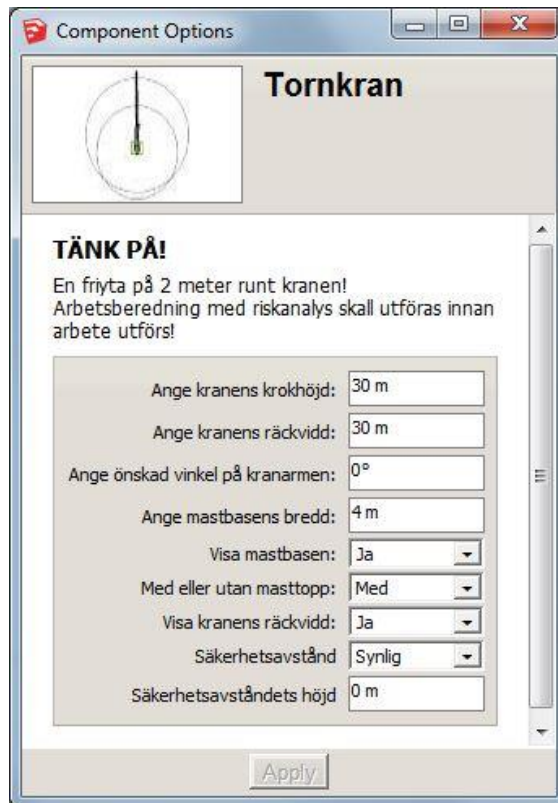
Figur 16: Upphöjda, transparenta säkerhetsavstånd



Figur 17: Nedsänkta, transparenta säkerhetsavstånd

- Ange maskiner som kräver arbetsberedning och riskanalys

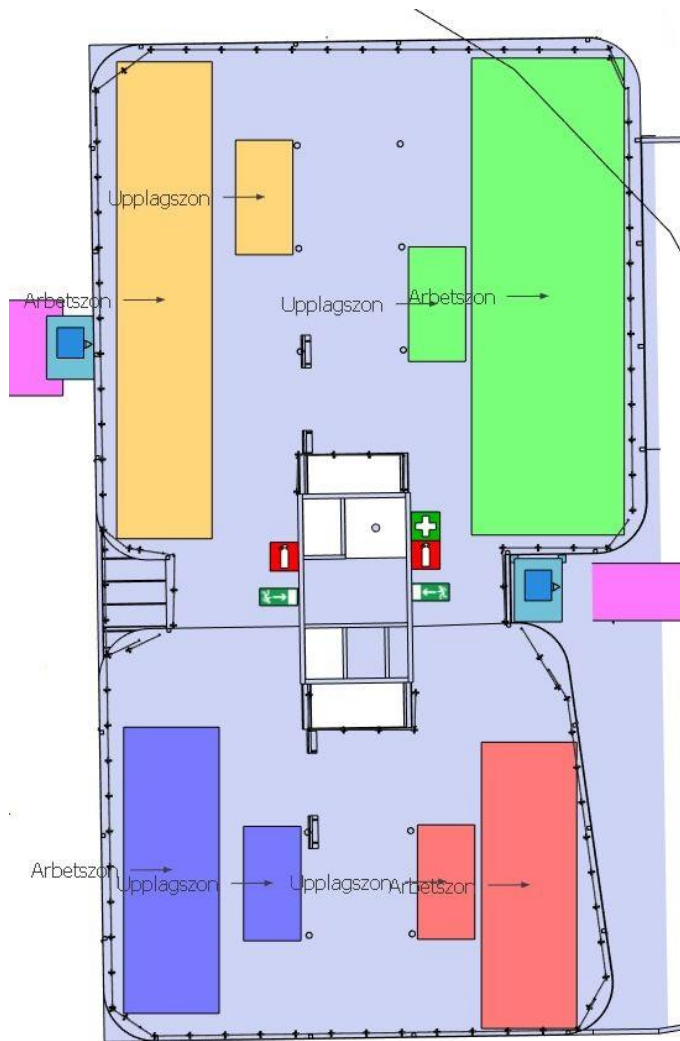
Vissa maskiner kräver arbetsberedning och riskanalys som skall utföras innan arbete utförs. Denna information har blivit infogad i berörda komponenters "Component Options". Figur 18 illustrerar detta.



Figur 18: Maskin som kräver arbetsberedning

➤ Interna transporter inomhus

Interna transporter inomhus är något som varierar beroende på arbetsmomentets placering. Färgkodade zoner där namn, storlek och färg kan ändras har skapats för att bland annat illustrera var en arbetszon med tillhörande upplagszon är lokaliserad för att på så vis underlätta de interna transportererna. Utrymningsskyltar, första hjälpen och brandsläckare är även utmarkerade vilket illustreras i Figur 19.



Figur 19: Våningsplan med färgkodade zoner

➤ Utrymningsskylt

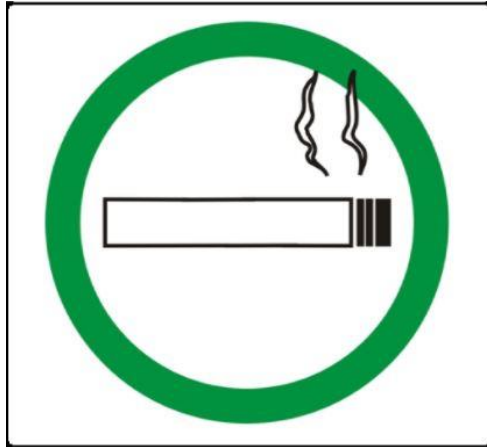
En utrymningsskylt har skapat för att illustrera nödutrymningsvägar på arbetsplatsen. Figur 20 illustrerar denna skylt.



Figur 20: Utrymningsskylt

➤ Rökruta

En rökruta har skapats för att illustrera tillåtna områden där rökning är tillåten. Figur 21 illustrerar denna skylt.



Figur 21: Rökruta

5.8 Implementeringsverktyg

När den säkerhetsinriktade APD-planen skapats finns det hjälpmedel för att distribuera den till relevanta mottagare. Kiviniemi m fl. (2011) förklarar att hjälpmedel som kan visualisera säkerhet är bland annat informationsskärmar och mobila enheter. Informationsskärmar kan vara en datorskärm eller TV-apparat och mobila enheter innebär oftast surfplattor, exempelvis iPad. Responsen som presenteras i Kapitel 5.6.2 visar att informationsskärmar kan användas för att illustrera APD-planen i boden.

För att APD-planer skall kunna användas i mobila enheter behövs vissa programvaror. Den här studien syftar inte till att göra ett ställningstagande kring vilka programvaror som är lämpliga eller inte, men egen erfarenhet visar dock på att programmet Autodesk BIM 360 Glue kan användas för att illustrera ett specifikt skede i APD-planen från flera kameravinklar som skapats i SketchUp. Om flera skeden skall illustreras i programmet behöver flera filer från SketchUp importeras till programmet.

5.8.1 Instruktionsfilm

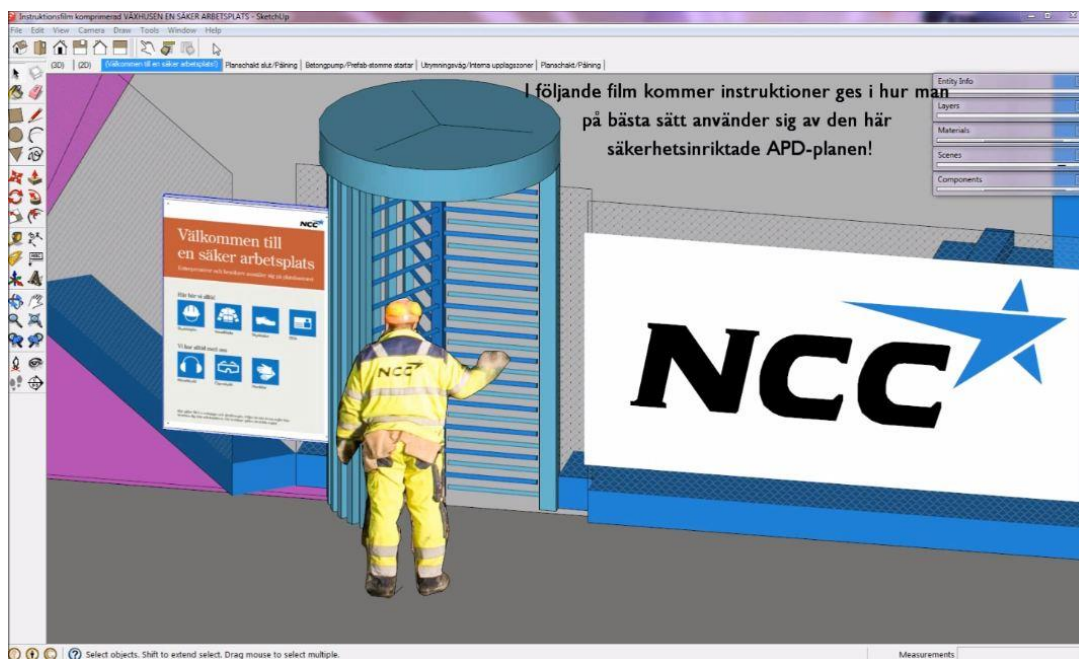
För att underlätta implementeringen av den säkerhetsinriktade APD-planen ansåg projektgruppen att en film borde skapas som illustrerar grundläggande navigeringsverktyg i SketchUp och de nya säkerhetsinriktade komponenternas funktioner. I responsen redovisad i Kapitel 5.6.2 ställer sig mötets deltagare positiva till en sådan film.

Filmen skapades med programmet Microsoft Expression Encoder 4, ett program som tillåter användaren att spela in allt som sker på datorskärmen. Innehållet i filmen spelades in medan viktiga funktioner i SketchUp användes. Filmen redigerades senare i Windows Live Movie Maker där informativ text kunde adderas till filmen för att öka förståelsen kring filmens innehåll, dess längd blev sju minuter. Följande funktioner illustreras i filmen:

- Byte av scener i SketchUp

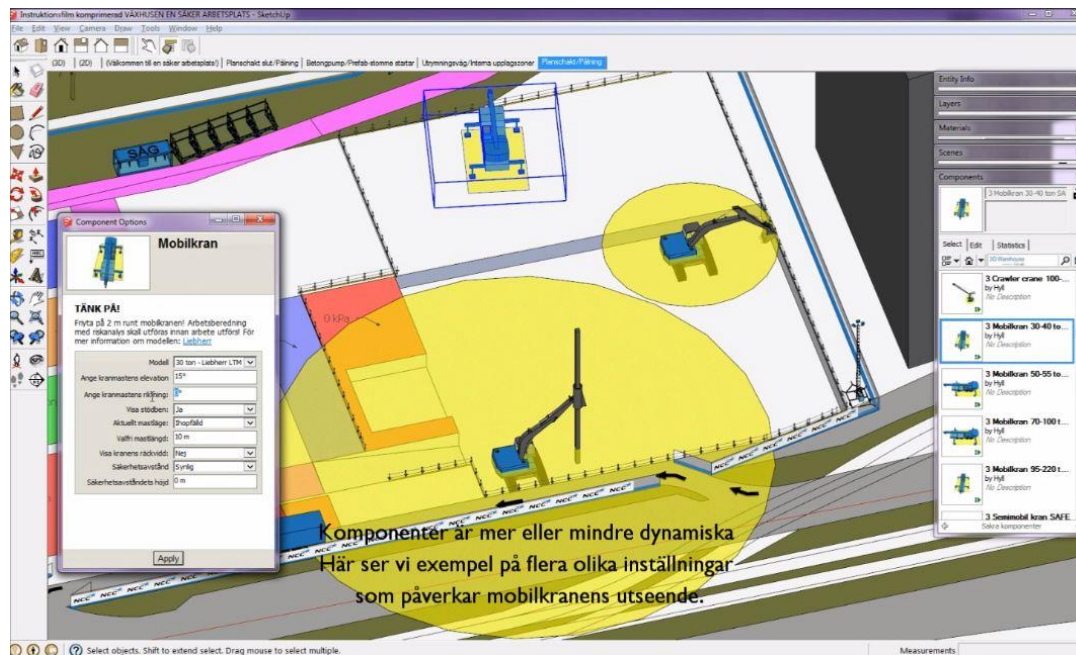
- Grundläggande navigering som:
 - Pan
 - Orbit
 - Zoom
- Dynamiska komponenters funktioner som att:
 - Modifiera dimensioner
 - Modifiera utseende
 - Tända/släcka säkerhetsavstånd
 - Höja/sänka säkerhetsavstånd
- Införsel och placering av komponenter

Figur 22 illustrerar den första scenen i filmen där mottagaren välkomnas till en säker arbetsplats.



Figur 22: Instruktionsfilmens första scen

Figur 23 illustrerar beskrivningen av en dynamisk komponents attribut och möjligheter. Säkerhetsinriktad information finns i textform ovanför de modifierbara alternativen.



Figur 23: Dynamiska komponenter

I Kapitel 5 redogörs grunderna för APD-planens möjligheter där även framtagning av planen och komponenterna och den respons som givits på dessa redovisas. Projektgruppen har även fått egna erfarenheter kring hinder och tillämpbarhet vid framtagningen av planen. Analysen och slutsatserna baseras på både Kapitel 5 och Kapitel 3 där de båda sammanvävs för att stärka varandra och för att förklara hur APD-planen kan påverka säkerhetsmedvetenheten.

6 Analys

Kapitlet redogör för APD-planens påverkan på de ”fem nivåerna” som i sin tur påverkar uppbyggnaden av en säker arbetsplats. Vidare redogörs för rekommendationer till metoder för implementering av den säkerhetsinriktade APD-planen i framtida projekt där även hinder och svårigheter inför en framtida implementering redovisas. APD-planens tillämparhet analyseras och egna erfarenheter som upplevts vid framtagningen av APD-planen beskrivs.

6.1 Påverkan på uppbyggnaden av en säker arbetsplats

I Kapitel 3.5 beskrivs fem nivåer som är viktiga att beakta vid uppbyggnaden av en säker arbetsplats. Dessa nivåer integreras vid uppbyggnaden av en säkerhetsinriktad APD-plan i 4D. Kapitel 6.1 beskriver hur de fem nivåerna påverkas vid framtagandet av planen.

6.1.1 Den fysiska miljön

I Kapitel 3.5.1 beskrivs den fysiska miljön som en del av fem nivåer i uppbyggnaden av en säker arbetsplats. Den fysiska miljön behandlar säkerhetsarbetet vid bland annat användandet av olika sorters utrustning, arbetsplatsutformningen och ljudnivån (Törner, m fl. 2008). Till skillnad mot en klassisk APD-plan kan en APD-plan som beaktar säkerheten inkludera viktig information om maskiner och utrustning som utgörs av komponenter. Information kan exempelvis berätta när ett visst säkerhetsavstånd bör eller skall hållas och om något skydd såsom skyddsräcken behöver användas. På så vis informeras och påminns personer om säkerheten vilket i sin tur kan minska risken för olycksfall vid användning av utrustning.

Säkerhetsåtgärder som förebygger olycksfall skall användas och 4D-modeller möjliggör visualisering av detaljrika moment i flera skeden som exempelvis skyddsräcken där risk för fall finns, se Figur 8. Visualiseringen av bland annat skyddsräcken kan ge upphov till ännu en påminnelse om dess betydelse. Den fysiska miljön behandlar även ljudnivå och buller. Information rörande maskiner med hög ljudnivå och där tillstånd krävs under vissa tider på dygnet finns inlagt i komponenter, vilket innebär att personer ovetandes om dessa blir informerade.

För att undvika ras, orsakade av exempelvis för tungt belastad mark, finns komponenter som illustrerar belastningszoner. Komponenten ”betongpump” har tilldelats information som möjliggör uträkning av dess belastning på marken. Med denna information uppmärksammas personer angående risker och moment som kan orsaka olycksfall till följd av ras. En komponent föreställande zoner, se Figur 13, där färg och text kan förändras, är skapad för att underlätta utformningen av arbetsplatsen med avseende på framkomlighet och ordning och reda vilket är en del av den fysiska miljön.

Komponenter innehållandes säkerhetsavstånd mottogs med god respons under presentationen av APD-planen, där fördelen av att alltid kunna ha med sig dessa komponenter i olika projekt belystes.

Den fysiska miljön har alltså en stor betydelse vid planeringen av en säker arbetsplats. Framtagna och bearbetade komponenter visar här möjligheterna att påverka den fysiska miljön och på så vis kunna minska riskerna för olycksfall och förbättra säkerheten och arbetsmiljön på arbetsplatsen.

6.1.2 Individen

Det finns en risk att individen får skulden när en olycka sker, vilket behandlas i Kapitel 3.5.2. Bakomliggande orsaker till ”den mänskliga faktorn” anses egentligen vara omgivande faktorer som kan vara resultatet av bristfällig planering (Törner, m fl. 2008). Genom att införa säkerhetsaspekter i planeringen av APD-planer informeras bland annat den person som utformar APD-planen och de som kommer i kontakt med den under projekttiden om säkerhetsrisker och säkerhetsinformation. Det här sågs som en stor fördel under responsen av APD-planen, vilket presenteras i Kapitel 5.6.2. Planeringen av APD-planen kan på så vis resultera i en säkrare arbetsplats redan från start där färre ändringar behöver utföras på grund av felplacerade bodar, maskiner och upplagszoner.

6.1.3 Systemet

För att underlätta samverkan mellan mänskliga och tekniska komponenter har, precis som för den fysiska miljön, visuella markeringar och information betydelse. Desto mer en teknisk komponent informerar om användningen av den och dess säkerhetsaspekter ju mer underlättas människans interaktion med den. Text som tydligt förklarar hur man från ett säkerhetsperspektiv bör agera i samband med användandet av en teknisk komponent och vilka eventuella åtgärder som bör användas för att säkerhetsställa en säker användning har därför lagts till i de dynamiska komponenterna. Kapitel 3.5.3 behandlar systemnivån och med de åtgärder som gjorts hos komponenterna bör svårigheterna mellan interaktionen av mänskliga och tekniska komponenter minskas. Således ett steg mot en säkrare arbetsplats.

6.1.4 Organisationen

Organisationsnivån behandlas i Kapitel 3.5.4. Där behandlas vikten av att information når rätt mottagare och att den kan omsättas och återkopplas. APD-planen fungerar som ett visuellt hjälpmedel för att på ett tydligt sätt förmedla information om hur arbetsplatsen kommer att se ut och förändras i framtiden, där eventuella säkerhetsrisker redovisas. Om APD-planen är lokaliserad på rätt plats, t.ex. i en bod där alla vistas i, får relevanta mottagare möjlighet att studera planen. Om den även redovisas digitalt finns möjlighet att interagera med modellen och ytterligare information kan förmedlas. Eftersom säkerhetsinformation tidigare inte behandlats under upprättandet av APD-planer innebär den säkerhetsinriktade APD-planen att ny information kan förmedlas. APD-planen som är i 4D kan distribueras i mobila enheter såväl som på fasta informationsskärmar och datorer och underlättar därmed förmedlingen av information. Under responsen som behandlas i Kapitel 5.6.2 såg platschefen en fördel med att distribuera APD-planen som en ständigt tillgänglig film, enskedesanimation, i bodarna. På så sätt får yrkesarbetarna alltid en möjlighet att studera APD-planen.

APD-planens sätt att förmedla information genom att visualisera arbetsplatsen i 4D underlättar personers förståelse kring den information som presenteras, i det här fallet främst kring säkerhet, vilket stärks av tidigare konstateranden Kapitel 5.1. Informationsförmedlingen kan underlättas genom att planen görs visuellt tillgänglig i arbetsplatsbodarna. APD-planen kan därför konstateras ha en positiv effekt på organisationsnivån och därav på en säkrare arbetsplats.

6.1.5 Säkerhetsklimat och säkerhetskultur

I Kapitel 3.5 förklaras att den fysiska miljön, individen och systemet med framgång länge legat i fokus vid förbättrandet av säkerhetsarbetet. Törner m fl. påpekar dock att *”nya kompletterande synsätt och metoder krävs”* för att bekämpa arbetsplatsolyckor och förklarar att säkerhetsklimatet kan påverka övriga nivåer.

”Genom att utgå från arbete för att förbättra säkerhetsklimatet kommer man så att säga på köpet att uppdaga svagheter och styrkor på de andra nivåerna, inte minst på organisationsnivån och på systemnivån. Säkerhetsklimatet är alltså en väg in mot en bättre helhetssyn och ett därmed effektivare säkerhetsarbete” (Törner, m fl. 2008, s. 16).

I Kapitel 3.5.5 förklaras att säkerhetskulturen och säkerhetsklimatet kan påverka övriga nivåer genom att arbeta med bakomliggande förhållanden och styra individers beteende genom att skapa goda förutsättningar med normer och värderingar för att individen på så vis kan göra ett bra vägval (Törner, m fl. 2008). Om normer, värderingar och mottagares sätt att se på säkerheten på arbetsplatsen kan påverkas av APD-planen kommer även övriga nivåer att påverkas. Det kommer de att göra eftersom individer kommer att besitta en större säkerhetsmedvetenhet och ett säkrare beteende. Individerna kan då ta säkrare beslut rörande faktorer som vanligtvis ingår i övriga nivåer. Sådana beslut skulle kunna fattas vid interaktionen med tekniska komponenter där individen som uppfattar en god säkerhetskultur och säkerhetsklimat kan välja att undvika genvägar som kan innebära risker och samtidigt fatta beslut som innebär en säkrare hantering av den tekniska komponenten. Medvetenheten kan även innebära att risker som uppstår på arbetsplatsen upptäcks och åtgärdas snabbare och att arbetsmoment inte utförs om de inkräktar på bekostnad av andras säkerhet.

Säkerhetskulturen, som består av normer och värderingar avseende säkerhet, får anses vara god för just NCC. Under studiens gång har alla involverade tjänstemän nämligen ansett att säkerheten tas på största allvar men att den kan beaktas än mer, bland annat under APD-planeringen. Samma uppfattning fås ute på arbetsplatsen under en intervju med Växhusens platschef där han berättar om kontinuerliga möten angående säkerheten. Eftersom alla parter ställt sig positiva till den säkerhetsinriktade APD-planen har redan ett steg tagits mot en ny norm och värdering, där säkerhetsplaneringen ges större vikt vid framtagningen av APD-planer. På så vis är säkerhetsplaneringen vid upprättandet av APD-planer på väg att bli en del av säkerhetskulturen. När säkerhetskulturen påverkas kommer även säkerhetstänket in tidigare i processen varav säkerhetsplaneringen går mot att bli en proaktiv åtgärd snarare än en reaktiv.

Säkerhetskulturen har även en effekt på individers skapande av mening eftersom en organisations säkerhetskultur består av normer och värdering rörande säkerheten. I Kapitel 3.5.6 konstateras det att sådana normer och värderingar kan styra individen

mot ett beteende och beslutsfattande som anses lämpligt vid meningsskapandet. Eftersom meningsskapandet inom en organisation är en process som utlöses av händelser som påverkar existerande rutiner kommer individer behöva skapa mening med den säkerhetsinriktade APD-planen eftersom den innebär en ny rutin. Både för personer som upprättar den och personer som också kommer i kontakt med planen upplevs en ny rutin då individen plötsligt skall ta emot och bearbeta nya sinnesintryck och riktlinjer gällande säkerheten på arbetsplatsen.

Det kan då konstateras att individer som kommer i kontakt med den säkerhetsinriktade APD-planen utför ett meningsskapande för att hantera de nya upplevelsorna och skapar således mening kring säkerhetsarbetet på arbetsplatsen där säkerhetskulturen spelar en stor roll för att individer skall skapa en positiv sådan. Det är viktigt att denna positiva meningsuppfattning skapas för att APD-planen skall kunna implementeras med framgång i alla projekt. Om flera individer sedan skapat sig en gemensam mening kring en händelse kan uttrycket ”*så här gör vi här*” formas vilket i sin tur påverkar säkerhetsklimatet. Därmed är det av stor vikt att beakta säkerhetskulturen för att styra individer mot ett önskat mål för att på så vis påverka säkerhetsklimatet.

Säkerhetsklimatet, till skillnad från säkerhetskulturen, formas av vad medlemmar i en grupp uppfattar med sinnena. Responsen som mottogs under redovisningen av APD-planen, vilket redogörs för i Kapitel 5.6.1 och 5.6.2, tyder på att modellen i 4D påverkar mottagarnas sätt att se på säkerheten på arbetsplatsen. Viktigt är att belysa hur deltagarnas tankar kring APD-planens utformning och dess säkerhet väcktes vid presentation av planen och att de på så vis deltog i diskussion kring dessa. Deltagarna såg fördelarna med att redovisa bland annat säkerhetsavstånd och säkerhetsräcken för att informera och uppmärksamma samtliga arbetare på arbetsplatsen om dessa. Diskussionerna som uppkom kring APD-planen tyder på att visualiseringen med 4D och tydliga säkerhetsmarkeringar sätter igång tankar kring säkerheten och APD-planens utformning. Även här ser man hur APD-planen påverkar individens skapande av mening då visualiseringen underlättar förståelsen kring säkerhetsarbetet varav individen kan skapa en mening med det.

Meningskapandet som är påverkat av säkerhetskulturen och som styrs av individen påverkas även av andra individer som är en del av dess omgivning, vilket konstateras i Kapitel 3.5.6. Om en individ som kommit i kontakt med planen har en positiv uppfattning kring APD-planens påverkan på säkerheten medan flertalet personer som inte kommit i kontakt med den inte delar denna uppfattning finns en risk att den enskilda individens uppfattning påverkas av övriga gruppen. Individens handlande på arbetsplatsen kring ett arbetsmoment med säkerhetsrisk kan då också påverkas av övriga individer om de inte anser att en säkerhetsåtgärd är nödvändig för detta moment. För att den säkerhetsinriktade APD-planen skall få genomslagskraft på byggarbetsplatsen behöver alla komma i kontakt med den för att på så vis underlätta individernas möjlighet att få en gemensam uppfattning kring säkerheten som i sin tur påverkar säkerhetsklimatet.

Meningskapandet styrs också av vad individen uppfattar som rimligt snarare än korrekt, vilket konstateras i Kapitel 3.5.6. Ibland kan vissa säkerhetsåtgärder kännas orimliga vid utförandet av ett arbetsmoment. Om APD-planen med dess säkerhetsaspekter når relevanta mottagare blir de påmind om säkerhetsrisker. Desto mer individen blir påmind om säkerhetsrisker desto mindre rimligt blir det att ignorera

dem. APD-planen kan alltså fungera som ett visuellt hjälpmedel för att styra individer mot ett säkrare beteende och hjälper då till att skapa mening med säkerhetsarbetet.

Det kan konstateras att möjligheten att påverka säkerhetskulturen ökar med en säkerhetsinriktad APD-plan i 4D eftersom observatörerna uppfattar planen på ett tydligare sätt där den konstant påminner om vikten av säkerhet varför individen skapar mening med säkerhetsarbetet och en förbättring av säkerhetklimatet sker. Följande konstaterande och resonemang delas även av flertalet studerade rapporter, som behandlas i Kapitel 5.1, vilka anger att visualisering i fler än två dimensioner ökar individens uppfattningsförmåga. Om säkerhetskulturen och säkerhetklimatet påverkas positivt, som indirekt påverkar övriga fyra nivåer, vilket mycket tyder på, ökar även möjligheten att påverka säkerheten på arbetsplatsen.

6.2 Tillämpbarhet

Målet med studien har varit att skapa säkerhetsinriktade komponenter som skall kunna användas vid skapandet av APD-planer. En förutsättning för att säkerhetsplaneringen skall beaktas vid planeringen av APD-planer har varit att dessa komponenter finns till hands för den person som skall ta fram APD-planen, vilket Växhusens platschef styrker i Kapitel 5.6.2. De nya komponenterna, som fått både text och visuella hjälpmedel för att illustrera dessa säkerhetsaspekter, är inte mer komplicerade att använda än tidigare komponenter vilka har använts med lätthet. Det har dock krävts en hel del tid att ta fram dessa komponenter. Vid studiens start var projektgruppens erfarenhet av SketchUp låg, vilket bör ses som en bidragande faktor till den tid som krävts vid framtagningen av komponenterna. Framtida komponenter bör få en mindre tidskrävande framtagningsprocess om kunnig personal utför arbetet.

En av utgångspunkterna i den säkerhetsinriktade APD-planen är uppdelningen av skeden. Det är dessa skeden som förvandlar modellen från 3D till 4D och är en viktig del för att illustrera säkerhetsaspekter under hela projektets tid. Detaljerade skeden kan dock innebära längre framtagningstid vid upprättandet av APD-planen.

Växhusens platschef har som en del av sina arbetsuppgifter att ta fram en APD-plan för projektet. I Kapitel 5.6.2 påpekar han vikten av att komponenter finns färdiga och tillgängliga för att underlätta hans arbete. I dagsläget får han hjälp från kontoret att ta fram en grund för APD-planen, men för att öka självständigheten efter detta är det viktigt att komponenter finns färdiga för att öka enkelheten i bearbetandet av APD-planen och på så vis öka tillämpbarheten. Vid framtagningen av APD-planer med säkerhetsinriktade komponenter måste planeraren tänka ett steg längre för att lösa eventuella konflikter mellan fasta objekt, komponenter, fria ytor och säkerhetsavstånd. Detta kan leda till att planeringen tar längre tid att genomföra men bör resultera i en säkrare och mer genomtänkt arbetsplats. Resultatet av att planera säkerheten i det här skedet är att säkerhetsarbetet går mot att bli en proaktiv åtgärd snarare än en reaktiv åtgärd som nämns i Kapitel 3.3. Vidare kan det konstateras att planeringen av APD-planen bör påbörjas i god tid för att kunna slutföras innan arbetet på byggarbetsplatsen skall påbörjas.

6.3 Implementering

Implementeringen av säkerhetsplanering vid planering av APD-planen sker delvis genom säkerhetsinriktade komponenter och flera skeden. För att den säkerhetsinriktade APD-planen skall få genomslag hos yrkesarbetarna vilka befinner sig på byggarbetsplatsen behövs metoder för att visualisera och informera om planen. Följande kapitel redogör för förslag till metoder för implementering och hinder implementeringen ställs mot.

6.3.1 Förslag till metoder för implementering

Säkerhetsinriktade APD-planer i 4D kan konstaterats ha en positiv effekt på säkerheten enligt de observationer som gjorts i studerad litteratur och under mötet då respons gavs på APD-planen. Men denna effekt uteblir om APD-planen inte når rätt mottagare, i detta fall; ledning och yrkesarbetare på arbetsplatsen. En del av planens positiva effekt är dess fyra dimensioner som visualiserar flera tidsskeden i 3D. För att planen skall kunna visas i denna form krävs elektronisk utrustning med kapacitet att visa 3D-modeller. Planen kan sedan visas som en film exporterad från SketchUp eller som en interaktiv modell i programmet. Ett förslag för att APD-planen alltid skall finnas tillgänglig är att exportera scenerna i SketchUp, som representerar planens olika skeden, till en film. Filmen kan sedan visas på en skärm ute i bodarna vid övriga dokument på anslagstavlan. I Kapitel 5.6.2 visar platschefen en positiv inställning till detta och föredrar en film över en interaktiv modell vid anslagstavlan.

Förutom filmen bör yrkesarbetarna, som vanligtvis inte har tillgång till datorer, ha möjlighet att använda den interaktiva modellen i SketchUp för att möjliggöra närmare granskning av modellen. En dator som är tillgänglig för alla på arbetsplatsen gör detta genomförbart. Den interaktiva modellen kan kanske uppfattas som svårhanterlig av personer med dålig vana av modelleringsprogram. Trots att SketchUp är ett användarvänligt program har åsikter kring svårigheter för oerfarna användare att navigera i programmet framförts. Som ny användare finns även okunskap om diverse användarverktyg som är centrala för att hantera komponenter och dess säkerhetsaspekter. Förslag för att underlätta användning av programmet är att platschef, eller annan kunnig personal, har en genomgång för yrkesarbetarna där det förklaras hur programmet och APD-planen används. Även i samband med de kontinuerliga arbetsplatsmötena bör säkerhetsaspekter på APD-planen tas upp. En film som illustrerar generella kommandon i programmet och hur de nya komponenterna används har skapats för att underlätta implementeringen av den nya APD-planen, vilket presenteras i Kapitel 5.8.1. Filmen kan finnas tillgänglig som ett komplement till planen. Den anses ha stor vikt då den på ett enkelt och snabbt sätt kan sprida information till många användare och på så sätt underlätta implementeringen. Att skapa en sådan film fick positiv respons under mötet som presenteras under Kapitel 5.6.2.

I vissa fall är det önskvärt att kunna ta med sig APD-planen ut från bodarna till arbetsplatsen. Här kan en iPad eller liknande surfplatta användas, vilket beskrivs i Kapitel 5.8, och på så vis blir APD-planen mobil och kan visas för yrkesarbetare ute i produktionen. Ett program som kan användas är Autodesk BIM 360 Glue, vilket låter användaren importera filer från SketchUp och kan därför användas för att illustrera APD-planen i exempelvis en iPad. Programmet tillåter endast ett skede i en fil, där

flera kameravinklar kan illustrera samma skede. För att få ut APD-planens alla skeden till yrkesarbetarna i produktionen behöver varje skede exporteras enskilt.

Både informationsskärmar och mobila enheter förspråkar säkerheten ute på arbetsplatsen, vilket nämns i Kapitel 5, och bör leda till en ökad säkerhetsmedvetenhet vilket i sin tur kan påverka säkerhetsklimatet.

6.3.2 Hinder och möjligheter

Under studiens gång har projektgruppen stött på en del hinder i framtagandet av den säkerhetsinriktade APD-planen. Ett återkommande problem har varit detaljeringsnivån på planen. En detaljerad fil innebär en fil som kräver mycket utrymme och storleken på filen blir därför stor. Den ursprungliga APD-planen innehöll en konstruktionsmodell över Växhusen och storleken på filen var redan över 50 Mb, vilket kan anses som väldigt stor då de vanligtvis ligger runt 10 Mb. Konstruktionsmodellen höll en hög detaljeringsgrad därav filens storlek. En stor fil kräver datorer med tillräcklig kapacitet för att hantera den. Ett vanligt problem med detaljrika filer är att programmet hänger sig vilket leder till att mycket tid går till spillo. Under studiens gång har olika datorer använts vid hanteringen av APD-planen. Filen fungerade bra till en början men ju mer komponenter och ju mer scener som lades till i filen desto tyngre blev den.

Ytterligare ett hinder uppstår om programvaror och datorer inte uppfyller de krav som ställs för att hantera dessa planer på ett smidigt sätt. Egen erfarenhet visar på den frustration och irritation som kan uppstå då program och datorer inte fungerar som de skall. Trots att nya datorer användes i slutskedet, med högre kapacitet än vad SketchUp rekommenderar och kräver, vilket redovisas i Kapitel 5.2, så hängde sig programmet kontinuerligt vilket tyder på att detaljrika filer är den huvudsakliga orsaken till uppkomna problem.

Implementeringen riskerar ett bakslag om programmet inte kan användas ”smärtfritt” ute i bodarna på byggarbetsplatsen. Återigen är tunga filer ett problem då de inte bara hänger sig i framtagandet av APD-planen utan också när den används för att illustrera olika skeden. Ett program som hänger sig riskerar att irritera användarna och i värsta fall få dem att sluta använda programmet. Stor vikt bör därför läggas på tillhandahållningen av datorer med hög kapacitet eller mindre tunga filer. En möjlig lösning till problemet är att minska detaljeringsgraden och undvika komponenter som inte anses nödvändiga, vilket behandlas i Kapitel 5.2. En uppvägning mellan fördelarna och nackdelarna med hög detaljeringsgrad och vissa komponenter får utföras för att avgöra vad som är nödvändigt för APD-planen.

I Kapitel 6.3.1 anges förslag till metoder för implementering. Elektronisk utrustning anges där spela en stor roll för att implementeringen av säkerhetsinriktade APD-planer i 4D ska få genomslag. Ett hinder skulle vara om det inte finns tillgång till sådan utrustning. I Kapitel 3.5.4 beskrivs organisationsnivån som en del som påverkar säkerhetsarbetet. Organisationsnivån beskriver bland annat att information måste förmedlas på sådant vis att den når relevanta mottagare. Utan rätt utrustning kan detta ej ske. Vidare behandlar kapitlet vikten av att underentreprenörer även mottager denna information. Betydelsen av att alla inblandade på arbetsplatsen mottager information i 3D eller 4D, för att skapa ett gemensamt mål och vision, är av stor vikt vilket behandlas i Kapitel 5.1. Det är upp till ledningen att tillhandahålla och

finansiera fullgod utrustningen för att förespråka säkerheten varav organisationen kan vara ett hinder.

En APD-plan i 4D innehåller många skeden, antagligen fler skeden än vad som vanligtvis skapas när en APD-plan tas fram. Fler skeden innebär enligt egen erfarenhet således mer tid vid planeringen av planen. Som tidigare nämnts i Kapitel 6.1 så måste även planeraren tänka ett steg längre för att lösa eventuella konflikter mellan fasta objekt, komponenter, fria ytor och säkerhetsavstånd. Detta kan leda till att planeringen tar längre tid att genomföra men bör resultera i en säkrare och mer genomtänkt arbetsplats. Eventuellt kan den förlängda planeringstiden leda till hinder när APD-planer planeras i framtiden. Kapitel 3.3 betonar dock vikten av att säkerhetsarbetet tas i beaktning tidigare i planeringen än vad som görs idag varav nackdelen med förlängd planeringstid borde övervägas av fördelarna med ett tidigare säkerhetsarbete.

Största hindret mot en framtida användning av den säkerhetsinriktade APD-planen ligger i organisationens rutiner. Det är upp till ledningen att se till att de säkerhetsinriktade komponenterna blir en ny standard vid framtagningen av APD-planen. Vidare är det upp till organisationens ledning att kräva att säkerhetsaspekter skall beaktas och ligga till grund för framtagningen av planen för att på så vis skapa en ny rutin för alla som skapar APD-planer. Eftersom en säkerhetsinriktad APD-plan kan innebära länge framtagningstid behövs stöd från ledningen till de personer som tar fram APD-planer för att de inte skall känna tidspress och för att understryka vikten av att det faktiskt blir gjort. Organisationen, som formar säkerhetskulturen, har därför ett stort ansvar för att säkerhetsplaneringen vid framtagandet av APD-planer skall få genomslagskraft.

7 Slutsats

Syftet med studien har bland annat varit att undersöka möjligheterna att påverka säkerhetsmedvetenheten hos personer som vistas på byggarbetsplatsen. Med Kapitel 6 som bakgrund, där studiens resultat analyseras, framkommer det att säkerhetsmedvetenheten påverkas av säkerhetskulturen och säkerhetsklimatet och att möjligheterna att påverka säkerhetsklimatet är stor och att säkerhetskulturen redan nu är på väg att förändras. Dessa påverkas genom att individer får en bättre uppfattning kring säkerhetsaspekter på arbetsplatsen genom att den säkerhetsinriktade APD-planen visualiserar och informerar mottagarna om dessa. Säkerhetskulturen och säkerhetsklimatet påverkar även indirekt de övriga fyra nivåerna, den fysiska miljön, individen, organisationen och systemet. Dessa nivåer påverkar uppbyggnaden av en säker arbetsplats och således är den säkerhetsinriktade APD-planens möjligheter att påverka en säkrare arbetsplats stor.

Individer som kommer i kontakt med den säkerhetsinriktade APD-planen behöver skapa mening med denna för att hantera de nya upplevelserna. För att den säkerhetsinriktade APD-planen skall kunna implementeras i alla projekt måste individen skapa en positiv meningsuppfattning rörande planen. Här spelar säkerhetskulturen en viktig roll genom att styra individen mot ett beteende och beslutsfattande som anses lämpligt vid meningsskapandet, vilket i sin tur påverkar säkerhetsklimatet. Det kan även konstateras att det är viktigt att alla får ta del av APD-planen för att en enskild individ inte skall påverkas negativt av andra individer som inte delar uppfattning eftersom de inte kommit i kontakt med planen. APD-planen fungerar även som en påminnelse för individen om de säkerhetsaspekter som behöver beaktas vilket bör leda till att individen anser att de blir mer orimliga att bryta mot. APD-planen kan alltså fungera som ett visuellt hjälpmedel för att styra individer mot ett säkrare beteende och hjälper då till att skapa mening med säkerhetsarbetet.

Kapitel 6 behandlar förutom den indirekta påverkan även den säkerhetsinriktade APD-planens direkta påverkan på de fyra första nivåerna. Den fysiska miljön påverkas genom att de säkerhetsinriktade komponenterna underlättar utformningen av arbetsplatsen och dessutom informerar om och illustrerar viktiga säkerhetsaspekter. Individen riskerar att få skulden vid en olycka när den egentligen orsakats av omgivande faktorer. När säkerhetsplanering är en del av APD-planen bör faktorer som orsakar olyckor minskas och på så vis bör denna nivå påverkas. APD-planer i 4D med säkerhetsinriktade komponenter som distribueras via informationsskärmar och mobila enheter skapar en tydlig visualisering över arbetsplatsen och dess säkerhetsaspekter och bör öka förståelsen kring dessa vilket i sin tur bör påverka organisationsnivån. Den information som anges i de säkerhetsinriktade komponenterna bör även minska svårigheterna i interaktionen mellan mänskliga och tekniska komponenter vilket således bör påverka systemnivån.

Att alla fem nivåer bör påverkas av den säkerhetsinriktade APD-planen, vilket grundas i både studerad litteratur och den respons som givits på APD-planen, tyder på att den bör förbättra uppbyggnaden av en säker arbetsplats och öka säkerhetsmedvetenheten hos personalen på byggarbetsplatsen. Det här kan inte fastställas i den här studien utan framtida undersökningar kring den faktiska påverkan på säkerheten rekommenderas. Intervjuer med personer på arbetsplatsen, för att undersöka om deras säkerhetsmedvetenhet blivit större, bör därför utföras.

Olycksstatistik kan även studeras för att dra slutsatser kring den faktiska påverkan på säkerheten, men det kan vara svårt att fastställa att just APD-planen varit anledningen till en eventuellt minskad olyckssiffra.

Målet med studien har varit att undersöka möjligheterna att underlätta implementeringen av säkerhetsplanering vid skapandet av APD-planer med hjälp av 3D- och 4D-modeller och att ge rekommendationer angående implementeringsmetoder. För att underlätta implementeringen och förståelsen kring den säkerhetsinriktade APD-planen bör informationsskärmar och mobila enheter användas. Informationsskärmarna, som bör vara placerade i en bod i anslutning till annan relevant information, bör innehålla APD-planen i form av en animation över projektets skeden. Den här animationen, tillsammans med annan viktig information, kan sedan spelas upp på informationsskärmen. Animationen informerar om arbetsplatsens uppbyggnad under hela projektets tid men illustrerar även säkerhetsaspekter i varje skede vilket bör resultera i en högre säkerhetsmedvetenhet hos mottagarna. De mobila enheterna, som i många fall är surfplattor, bör användas för att illustrera APD-planen ute på arbetsplatsen. Utförs detta skapas ännu ett moment då yrkesarbetarna blir påminda om säkerhetsaspekter och bör resultera i att säkerhetsmedvetenheten även här ökar.

Den film som är skapad för att underlätta implementeringen av den säkerhetsinriktade APD-planen, genom att illustrera grundläggande navigeringsverktyg i SketchUp och de nya säkerhetsinriktade komponenternas funktioner, bör finnas tillgänglig för alla som önskar att studera den. Den bör finnas tillgänglig i en bod på en dator som alla kan få tillgång till. Filmen underlättar implementeringen av planen då personer både självständigt och i grupp kan lära sig dess funktioner. Personer som kan hantera planen och dess komponenter får en djupare insyn i de säkerhetsrelaterade aspekterna på arbetsplatsen vilket bör resultera i en ökad säkerhetsmedvetenhet.

Målet med studien har varit att ge rekommendationer angående säkerhetsplaneringens tillämpbarhet vid planeringen av APD-planer. En säkerhetsorienterad APD-plan anses inte vara mindre tillämpbar än den som används idag men mer tid krävs för att skapa en detaljerad APD-plan. Tiden kan vara ett hinder mot en framtida implementering av planen om ledningen anser att planen kräver för mycket resurser. Tiden är beroende av APD-planens detaljeringsgrad och dess kompatibilitet med programmet SketchUp. Detaljrika APD-planer innebär stora filer som i sin tur får programmet att hänga sig och i värsta fall sluta fungera. Det här är ett stort hinder mot den smidighet och enkelhet som är nödvändig för att APD-planen skall få genomslag på arbetsplatsen. En lösning på problemet är att undvika konstruktionsmodeller som importerats, från exempelvis Navisworks, vilka innehåller ofantligt många små enheter. En rekommendation för att öka tillämpbarheten är därför att undvika liknande modeller om programmet inte uppför sig som önskat. I framtiden finns även ett behov av bearbetning och framtagning av nya komponenter för att hålla APD-planen uppdaterad efter gällande säkerhetsregler och normer.

Kontentan av denna studie är att säkerhetsplanering vid upprättandet av APD-planer är något som är tillämpligt så länge modellerna inte blir för tunga för programvaran. Att den säkerhetsinriktade APD-planen bör öka säkerhetsmedvetenheten och förbättra säkerhetskulturen och säkerhetsklimatet på arbetsplatsen, men att APD-planen endast tjänar sitt syfte om den finns tillgänglig för alla på arbetsplatsen. Det kan också

konstateras att ledningen innehar det största ansvaret för att göra säkerhetsplaneringen vid upprättandet av APD-planen till ny rutin.

Referenser

- Arbetsmiljöverket. (2013a) *Säkrare bygg- och anläggningsarbete*. [Elektronisk]
- Arbetsmiljöverket. (2013b) Arbetsmiljölagen. *Arbetsmiljöverket*.
<http://av.se/lagochratt/aml/> (2013-03-14)
- Arbetsmiljöverket. (2013c) Kapitel 3 – Allmänna skyldigheter. *Arbetsmiljöverket*.
<http://av.se/lagochratt/aml/Kapitel03.aspx> (2013-03-14)
- Arbetsmiljöverket. (2013d) Lag och rätt. *Arbetsmiljöverket*. <http://av.se/lagochratt/>
(2013-03-14)
- Arbetsmiljöverket. (2013e) Arbetsmiljödömmen. *Arbetsmiljöverket*.
<http://av.se/lagochratt/domar/> (2013-03-14)
- Arbetsmiljöverket (2013f) Företagsbot. *Arbetsmiljöverket*.
<http://av.se/lagochratt/foretagsbot/> (2013-03-14)
- Arbetsmiljöverket (2013g) Arbetsmiljöplan. *Arbetsmiljöverket*.
<http://av.se/teman/bygg/arbetsmiljoplan/> (2013-03-14)
- Arbetsmiljöverket. (2011) Arbetsmiljölagen. *Arbetsmiljöverket*.
http://av.se/dokument/publikationer/oh/OH_AML_2011.pdf (2013-04-15)
- Arbetsmiljöverket. (2010) *Arbetssskador 2009: Occupational accidents and work-related diseases*. [Elektronisk]
- Arbetsmiljöverket. (1999) *Byggnads- och anläggningsarbete, AFS 1999:03*.
[Elektronisk]
- Björklund H. (2009) *Krafttag mot arbetsmiljöbrott: Den fortsatta kampen mot olyckor och ohälsa i byggandet*. [Elektronisk]
- Byggcheferna och Byggnads. (2008) *Nollvisionen – inga döda i byggnadsmiljön!* s. 2.
[Elektronisk]
- Byggnads. (2013) Avtal 2013. *Byggnads*.
<http://byggnads.se/Verksamhet/Kollektivavtal/Avtalsnyheter-2013/> (2013-04-15)
- CADELIT. (2013) SketchUp Pro 8. *CADELIT*.
<http://cadelit.se/produkter/sketchupro8.htm> (2013-05-08)
- Chantawit D., m fl. (2004) *4DCAD-Safety: Visualizing Project Scheduling and Safety Planning*. [Elektronisk]
- Dehlin S., Linderöth H. (2013) *Säkerhet på bygget med BIM*. Göteborg: SBUF.
(SBUF-projekt: 12505)

- DN. (2011) ”Varannan byggnadsarbetare är rädd för att gå till jobbet”. *DN*, 7 november. <http://dn.se/debatt/varannan-byggnadsarbetare-ar-radd-for-att-ga-till-jobbet> (2013-04-16)
- Google. (2012a) Vilka är kraven för maskinvara och programvara för SketchUp? *Google*. <http://support.google.com/sketchup/bin/answer.py?hl=sv&answer=36208> (2013-05-08)
- Google. (2012b) Hur får jag SketchUp att köras snabbare? *Google*. <http://support.google.com/sketchup/bin/answer.py?hl=sv&answer=36235> (2013-05-08)
- Hyll H. (2013) APD- och TA-planer i 3D. *NCC*. [Elektroniskt interndokument]
- Kartam, N. (1997) *Integrating Safety and Health Performance into Construction CPM*. *Journal of Construction Engineering and Management*. 1997.123:121-126.
- Kiviniemi M., m fl. (2011) *BIM-based Safety Management and Communication for Building Construction*. [Elektronisk]
- NBS. (2013) *National BIM Report 2013*. [Elektronisk]
- Rwamamara R. (2005) *Den hälsosamma byggarbetsplatsen: Best Practices inom den svenska byggbranschen för att förebygga arbetsrelaterade belastningssjukdomar bland byggnadsarbetarna*. [Elektronisk]
- Sanad H., m fl. (2008) *Optimal Construction Site Layout Considering Safety and Environmental Aspects*. [Elektronisk]
- Swedner H. (2013) Aktionsforskning. I *Nationalencyklopedin*. <http://ne.se/aktionsforskning> (2013-05-06)
- Szymberski R. (1997). Construction project safety planning. *Tappi Journal*, vol. 80, nr 11, ss. 69–74.
- Trimble. (2013a) 3D Warehouse. *SketchUp*. <http://sketchup.com/product/3dwh.html> (2013-05-08)
- Trimble. (2013b) What makes SketchUp great? *SketchUp*. <http://sketchup.com/intl/en/product/features.html> (2013-05-08)
- Törner M., m fl. (2008) *Att bygga säkerhet: En ’verktygslåda’ för bättre personsäkerhet i bygg- och anläggningsarbete*. [Elektronisk]
- Weick K. (1995) *Sensemaking in Organizations*. Sage Publications Inc. (Foundations for Organizational Science Series).

Muntliga källor:

- Bo Hedén (Arbetsmiljöingenjör, Region Väst Avd. Väst Centralt, NCC) intervjuad av författarna den 11 februari och den 26 april 2013.

Karl Liberg (VDC-specialist, Region Väst Avd. Hus, NCC) intervjuad av författarna den 11 februari 2013.

Per Zetterlund (Cert. Platschef, Region Väst Avd. Hus, NCC) intervjuad av författarna den 26 mars 2013.

Bilaga 1

Bilaga 1 redovisar de komponenter som blivit bearbetade och skapade under studien. Det redovisas även vilken form av säkerhetsaspekter som blivit infogade i komponenten. Namnen är listade efter kategorier som NCC använder sig av.

Namn	Status (Bearbetad/Ny)	Säkerhetsavstånd (Ja/Nej)	Säkerhetsinformation (Ja/Nej)
1 Arbetsbod entré kortsida	Bearbetad	Ja	Ja
1 Arbetsbod	Bearbetad	Ja	Ja
1 Armeringsupplag 4 fack 30 ton	Bearbetad	Nej	Ja
1 Container 20 fot	Bearbetad	Ja	Ja
1 Container 8 fot	Bearbetad	Ja	Ja
1 Sågstation	Bearbetad	Nej	Ja
2 Bygghiss Geda 6P	Bearbetad	Nej	Ja
2 Bygghiss Geda 7P	Bearbetad	Nej	Ja
2 Bygghiss generisk	Bearbetad	Nej	Ja
2 Klätterplattform	Bearbetad	Ja	Ja
3 Crawler Crane 100- 300 ton	Bearbetad	Ja	Ja
3 Mobilkran 30-40 ton	Bearbetad	Ja	Ja
3 Mobilkran 50-55 ton	Bearbetad	Ja	Ja
3 Mobilkran 70-100 ton	Bearbetad	Ja	Ja
3 Mobilkran 95-220 ton	Bearbetad	Ja	Ja
3 Semimobil kran	Bearbetad	Ja	Ja
3 Tornkran spårbunden	Bearbetad	Ja	Ja

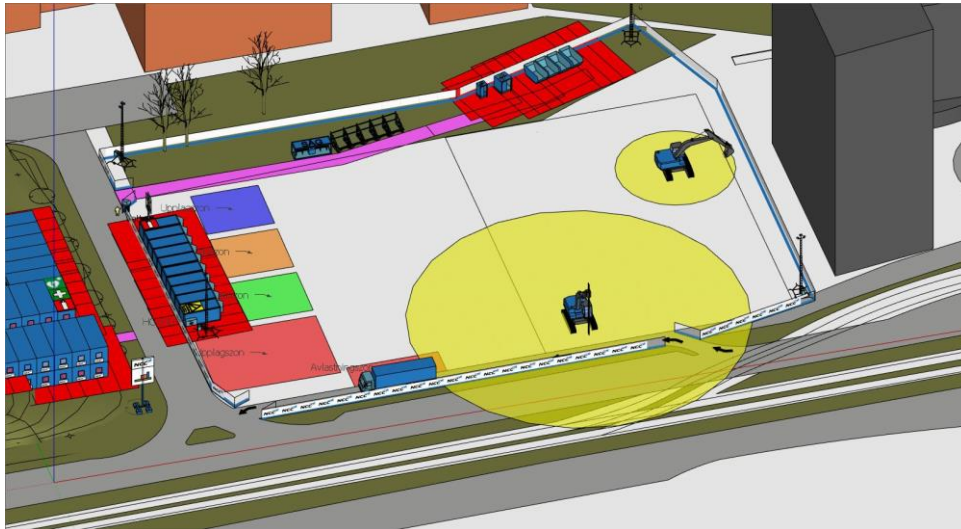
3 Tornkran stationär	Bearbetad	Ja	Ja
4 Betongbil 6m ³	Bearbetad	Ja	Ja
4 Betongbil 7,5m ³	Bearbetad	Ja	Ja
4 Betongpump	Bearbetad	Nej	Ja
4 Grävare	Bearbetad	Ja	Ja
4 Påmaskin	Ny	Ja	Ja
4 Spontmaskin	Ny	Ja	Ja
5 Belysningsmast	Bearbetad	Nej	Ja
6 Containerskopa	Bearbetad	Ja	Ja
6 Eco Simplex Medium	Bearbetad	Ja	Ja
6 Eco Simplex Standard	Bearbetad	Ja	Ja
6 Eco Simplex XL	Bearbetad	Ja	Ja
6 Flexicontainer 5 m ³	Bearbetad	Ja	Ja
6 Lastväxlarcontainer 15 m ³	Bearbetad	Ja	Ja
6 Lastväxlarcontainer 30 m ³	Bearbetad	Ja	Ja
6 Lastväxlarcontainer täkt	Bearbetad	Ja	Ja
6 Liftdumpercontainer 6-8-10-15 m ³	Bearbetad	Ja	Ja
7 "Återsamling"-skylt	Bearbetad	Nej	Ja
7 "Brandsläckare"-skylt	Bearbetad	Nej	Ja
7 "Första hjälpen"-skylt	Bearbetad	Nej	Ja
7 "Gasflaskor"-skylt	Bearbetad	Nej	Ja

7 "Hjärtstartare"-skylt	Ny	Nej	Ja
Färgkodade zoner	Ny	Nej	Ja
"Rökning tillåten"-skylt	Ny	Nej	Ja
"Säker arbetsplats 4 ikoner"-skylt	Ny	Nej	Ja
"Säker arbetsplats 7 ikoner"-skylt	Ny	Nej	Ja
"Säker arbetsplats 10 ikoner"-skylt	Ny	Nej	Ja
"Säker arbetsplats besökare"-skylt	Ny	Nej	Ja
Säkerhetsräcke	Ny	Nej	Ja
"Utrymningsväg"-skylt	Ny	Nej	Nej

Bilaga 2

Bilaga 2 illustrerar de kritiska skeden som valdes när den säkerhetsinriktade APD-planen för projekt Växhusen utformades i SketchUp.

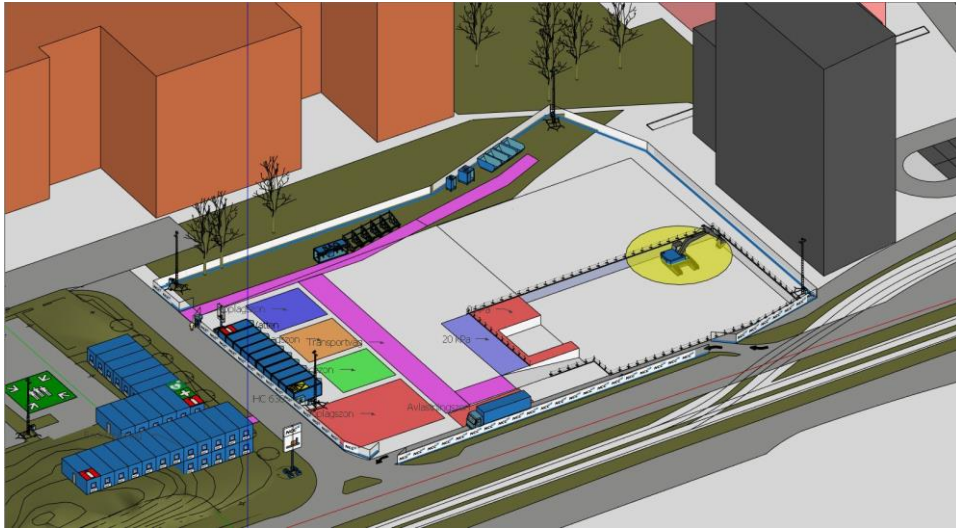
Spontning påbörjas, grävare skapar spontdiken.



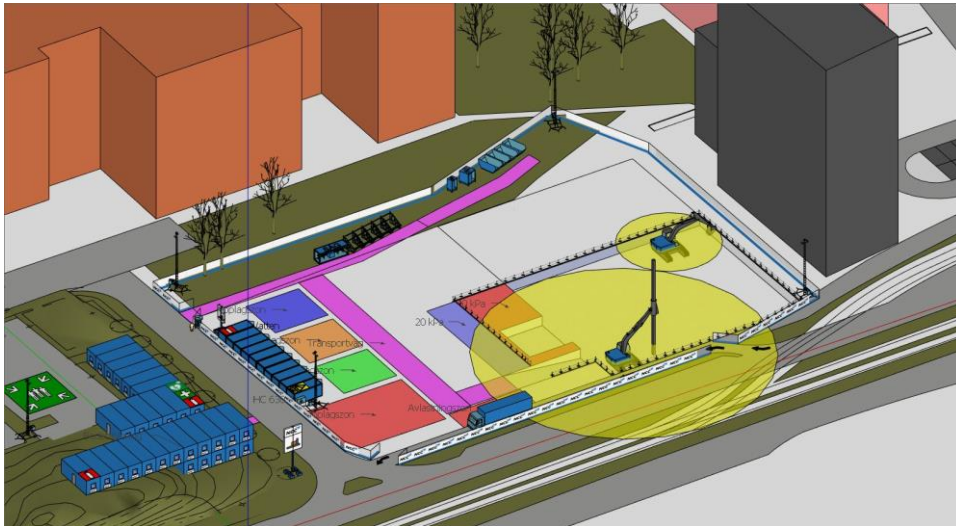
Planschakt påbörjas, spontning pågår.



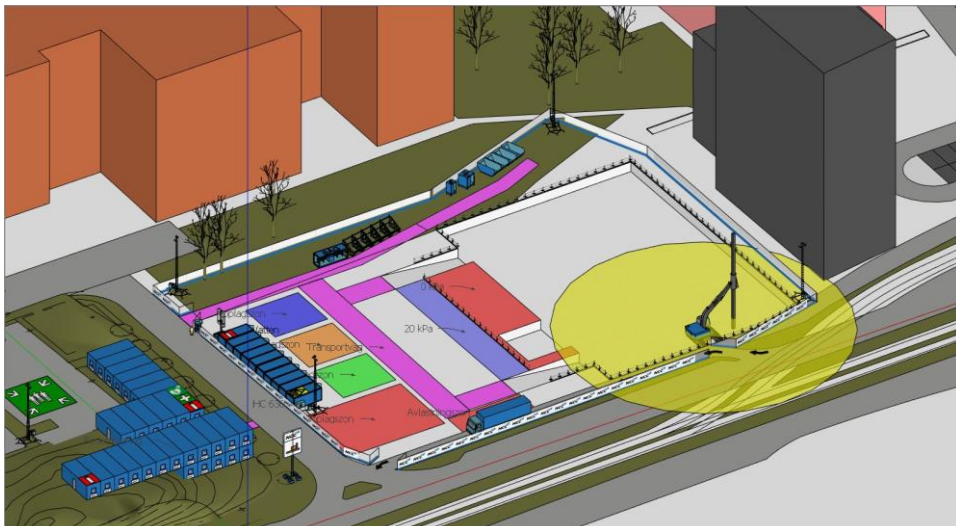
Spontning avslutas, planschakt pågår.



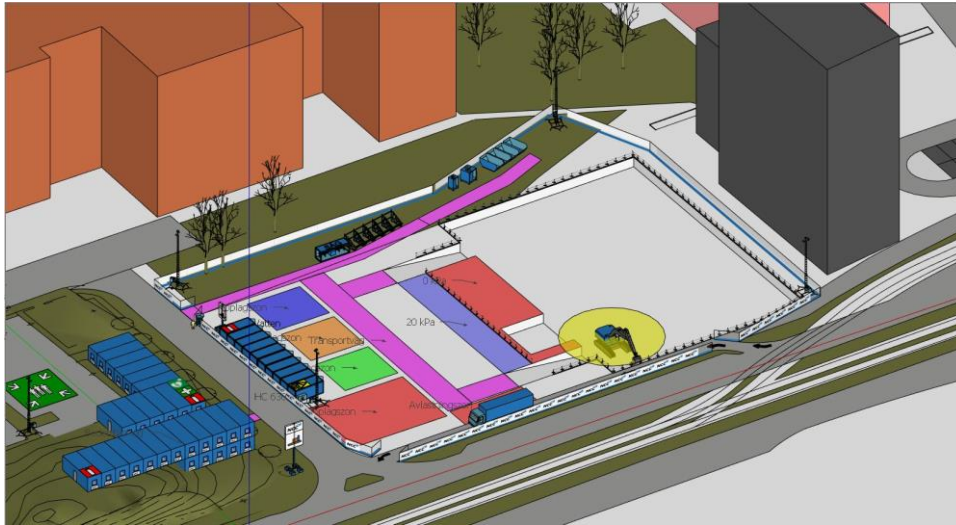
Pålning påbörjas, planschakt pågår.



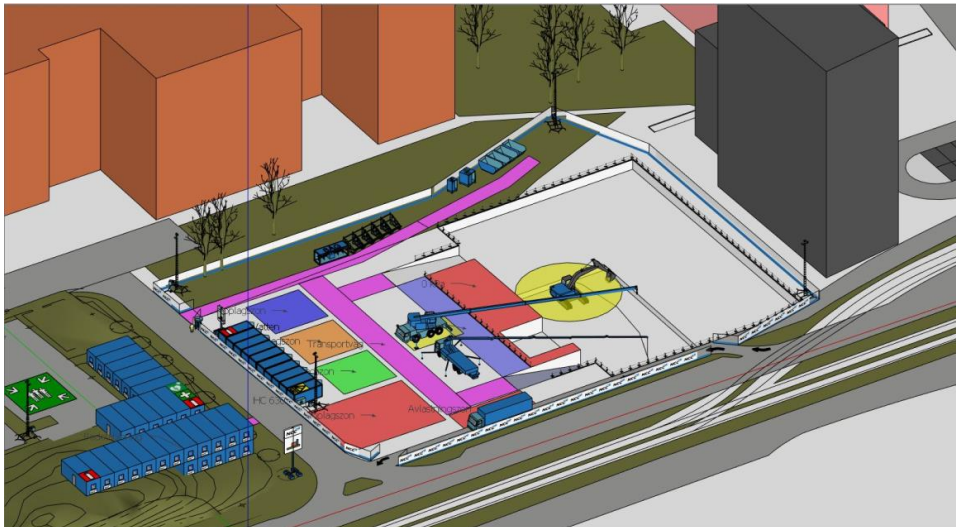
Planschakt avslutas, pålning pågår.



Strimmelschakt påbörjas, pålning avslutas.



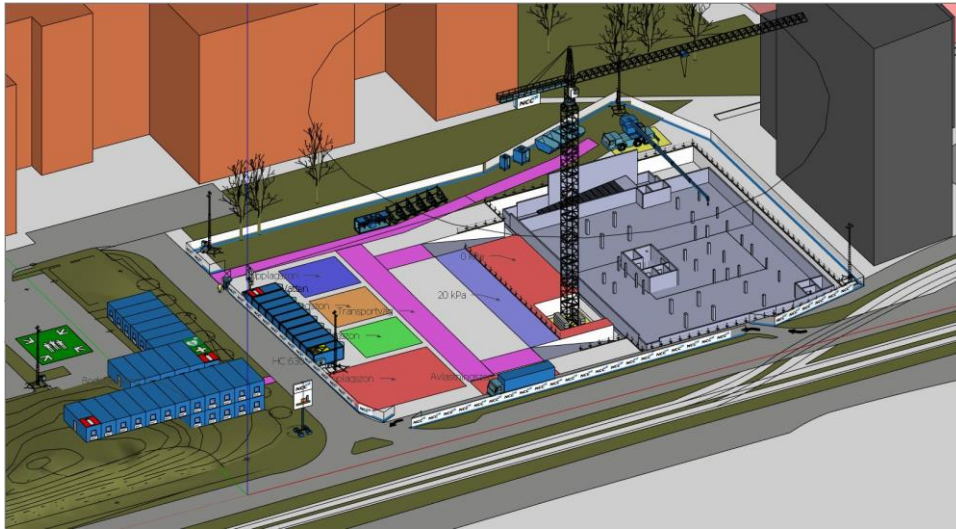
Betongarbete källare påbörjas, strimmelschakt pågår.



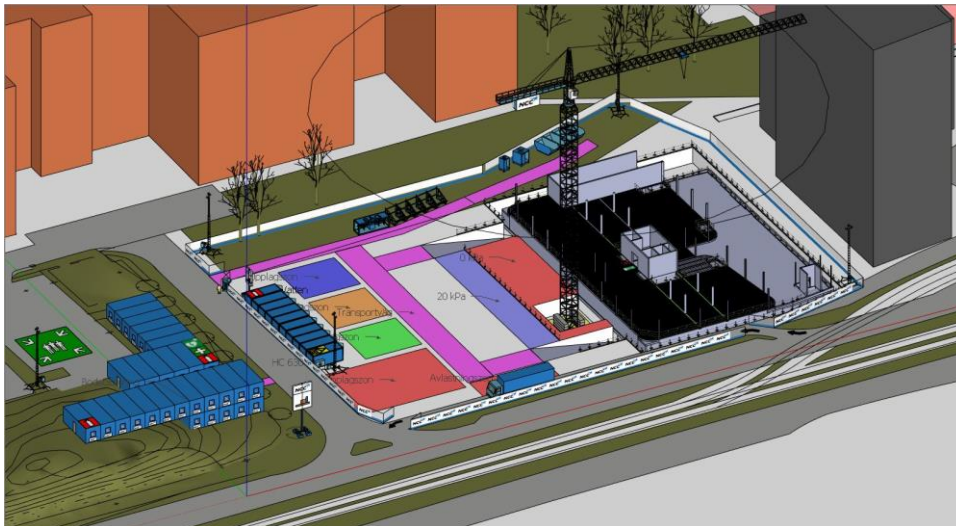
Strimmelschakt avslutas, betongarbete källare pågår.



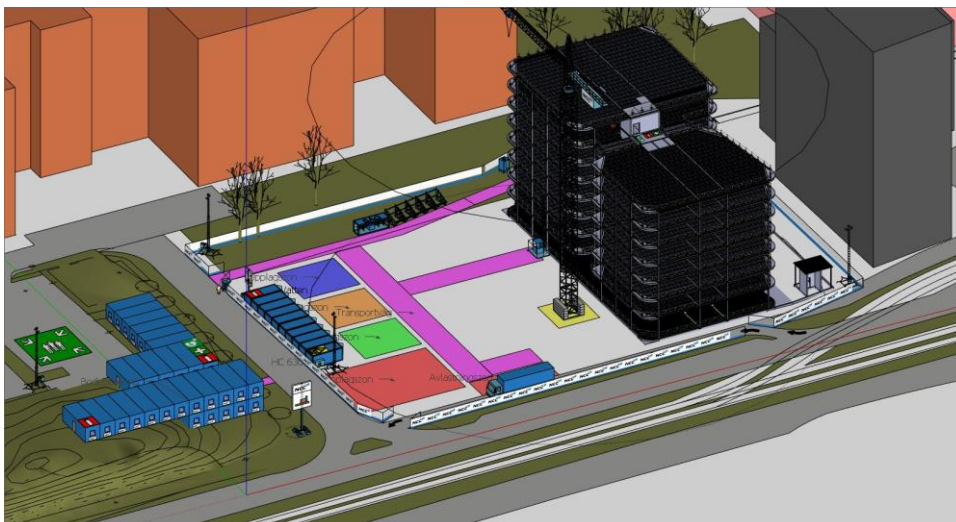
Prefab-stomme påbörjas, betongarbete källare pågår.



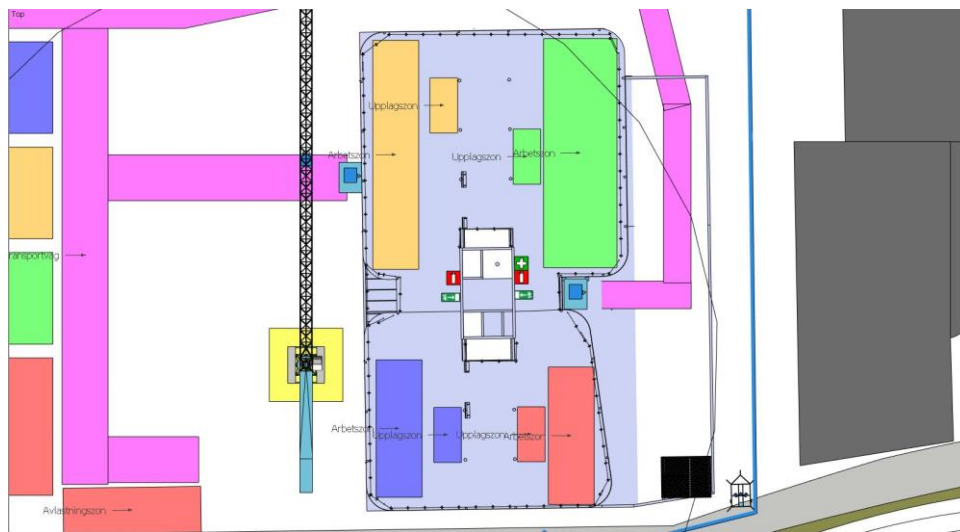
Betongarbete källare avslutas, prefab-stomme pågår.



Plan 9 och prefab-stomme avklarad.



Utrymningsväg och färgkodade zoner för byggnadsplan.



TA-plan.

