

# Effektivare installation med digitala 3D-underlag

Demonstrationsprojekt med utvecklingsmedel från:

Västra Götalandsregionen  
SBUF

Slutrapport 2006-05-30

SIAQ företagen:

Bravida Sverige AB Division Syd  
SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut  
ÅF Infrastruktur AB  
Entreprenadplanering AB

## **URSPRUNG**

Inom SIAQ (Sustainable Indoor Air Quality) klustrets verksamhet framskapades tanken att förbättra entreprenadarbeten för ventilation genom att fullt ut integrera datafiler från konstruktionsobjekt. I den fortsatta diskussionen framträdde två huvudmotiv till att arbeta vidare med denna.

- Montagearbetet bör kunna ske utan avbrottstid för planering och samordning på plats. Härvid nyttjades begreppet värdeskapande tid. D.v.s mer tid av montörens arbetsdag kan användas till att bereda och montera material.
- Genom bättre planering och beräkning förhindras att inte onödiga tryckkrävande passager skapas i anläggningarna. Härvid kan mer energisnål distribution av luft säkerställas.

Frågeställningarna framstod som så intressanta att en projektgrupp sammanställdes och medel söktes för genomförande av denna studie.

## **ORGANISATION I PROJEKTET**

För att kunna genomföra de tecknade studierna krävdes naturligt ett tillgängligt byggobjekt och där även byggherren tog en aktiv del i projektet.

Västfastigheters ombyggnad av kök-matsal på Skene Lasarett kom att bli detta objekt. Den ursprungliga tanken byggde på att bara studera ventilationsinstallationerna. Relativt snart stod det klart att detta inte var fullt realistiskt. Samtliga installationsdiscipliner måste involveras för att en tydlig bild av samordningsproblematiken skall kunna nås.

Således kom Bravidas Vent-, Rör- och El-entreprenadsidor att bli involverade med lika dignitet.

Som projekterande företag fick naturligt ÅF Infrastruktur AB och Entreprenadplanering AB uppgiften att genomföra själva projekteringen samt att studera hur hårdvara och mjukvara skall kunna anpassas från konstruktionskontor och ut till byggarbetsplatsen.

För utvärdering av resultatet kontaktades Högskolan i Borås. Två av deras studenter med inriktning arbetsvetenskap valde att ha denna studie som examensarbete. Utdrag ur detta arbete utgör resultatdel i denna rapport (häruöver finns även en delrapport från Högskolans undersökning, denna är tillgänglig i mitten av juni).

SP har i projektet medverkat i administrations- och informationsfrågor inom SIAQ och utåt mot branschen.

## FRÅN KONSTRUKTION TILL PRODUKTION

I princip allt arbete på ett konstruktionskontor idag utföres med datorstöd. AutoCAD i sina olika utgåvor har varit det främsta hjälpmedlet de senaste 20 åren. Till detta har ett antal applikationsprogram varit tillgängliga, varav på senare tid MagiCAD tagit en allt större marknadsandel. Då de båda involverade konstruktionskontoren är användare av MagiCAD var det förstås en självklarhet att använda denna programvara i projektet.

Projekteringen av ombyggnad kök-matsal genomfördes i stort enligt företagets normala rutiner. ÅF Infrastruktur AB projekterade elanläggning och Entreprenadplanering AB projekterade ventilations- och rörteknisk anläggning. Arkitektens uppdrag utökades med att redovisa bygghandlingarna i modellform 3D.

Vid färdigprojektering förelåg således installationsritningarna i modellform och med samtliga data och beräkningar integrerade i ritningsfilerna. Utifrån denna nivå kan man genom kommandon i MagiCAD (med AutoCAD i grund) nå all information som skapats vid projekteringen såsom, mått och läge på installationskomponenter, mängdlistor över godtyckliga areor, flödesprestanda i form av tryck och flöde i godtyckliga punkter i rörsystem och kanaler. Generera vyer och snitt enligt aktuella behov och detta med samtliga installationer El, Rör och Vent redovisade.

Hur flyttar man nu denna information till byggarbetsplatsen? De traditionella pappersritningarna och beskrivningarna lär inte klara den uppgiften. Den i samråd framtagna lösningen blev tre st (en per disciplin) mindre transportbord med dammskyddande undre skåpsenheter. Standard PC-enhet samt enklare form av skrivare monterades i skåpet och standard 17" färgskärm med tillhörande muspekare monterades på transportbordet. Tanken med skrivaren var att montören efter eget tycke kunde skriva ut ritningsfragment och materiallistor.

Vid utvärdering av hårdvaror undersöktes huruvida mer slagtåliga utrustningar skulle nyttjas. Vid jämförelse avseende leveranstider och kostnader fattades beslutet att använda standardvaror. Detta visade sig vara rätt, inget tekniskt fel uppstod på utrustningen trots den hårda miljön.

Vad gäller programvaror undersöktes i fall "lättare" versioner av programmen skulle kunna ställas till förfogande. Detta var ej möjligt med tanke på programmets normala utvecklingstid. Dock fördes diskussion med programleverantören och behovet av mer lärinriktad version påtalades. Ett klart intresse för projektet kunde konstateras, då "utlånade programvaror" kostnadsfritt ställdes till förfogande.

I god tid före montagearbetets start utbildade projektörerna Bravidas montörer och arbetsledare i programmets struktur och användning. Denna utbildning skedde vid två tillfällen på konstruktionskontoret och vid ett tillfälle ute på arbetsplatsen strax före montagestart. Vid det första utbildningstillfället samråddes kring hur "menyknapparna" skulle arrangeras och vilka funktioner som önskades synliga respektive dolda.

Montagearbetet rullade i gång och studenterna från Högskolan inledde sitt arbete att följa och utvärdera processen (efterföljande 4 stycken är tecknade i Högskolans form).

## **Metod**

Arbetet med detta har skett i tre delar; observationer, intervjuer och tidsstudier. Genom observationer och kvalitativa intervjuer har vi kunna komplettera tidsstudierna. Detta har varit av största vikt då tidsstudier, presenterade för sig själva, kan ge en bild av vilka effekter MagiCAD får på montörens arbete och vardagliga sysslor, medan de kvalitativa inslagen kan bidra med förklaringar till resultatet. Särskilt viktigt är mixen av de olika inslagen i utvärderingen för att kunna ge vår syn på vidare arbete och förslag till förbättringar.

## **Urval och Bortfall**

Sammanlagt har intervjuer gjorts med tre montörsdiscipliner som använt sig av MagiCAD, vilka även varit föremål för tidsstudier och observationer. Målet var att genomföra tidsstudier vid tre tillfällen för var och en av montörerna, med totalt nio studietillfällen. Detta visade sig svårt att genomföra av olika anledningar och antalet studietillfällen stannade vid åtta, med fördelningen 1,3 och 4 gg/disciplin.

Vid denna och liknade studier är det för mätresultatets skull, samt av etiska skäl normalt att anonymisera deltagarna. Därför är både intervjuer och tidsstudier genomförda på ett sätt som inte fokuserar på individen bakom uttalanden eller siffror. Vi kommer därför inte heller i denna rapport att precisera siffrorna för de specifika disciplinerna.

## **Tidsstudier**

Under åtta tillfällen genomfördes tidsstudier inom disciplinerna rör, el och ventilation. Disciplinen rör studerades under fyra olika tillfällen och disciplinen ventilation studerades endast under ett tillfälle. Vi hade planerat in tre tidsstudier per disciplin men detta förändrades något under byggets gång. Disciplinen el var ständigt på plats vid det aktuella bygget och var då tillgängliga för tidsstudier, detsamma gäller disciplinen rör. Det var däremot svårt att komma i kontakt med den montör som arbetade inom disciplinen ventilation.

Tidsstudierna genomfördes under cirka tre och en halv timma per tillfälle. Under dessa timmar följde vi montörerna och studerade de arbetsmoment som genomfördes under dagen. Tiderna som anges nedan bygger på effektiv tid, vilket innebär att raster, luncher eller andra pauser är exkluderade. Totalt är det 24 timmars tidsstudier som ligger till grund för mätningarna av arbetet som delats in i fyra olika arbetsmoment. Dessa är värdeskapande tid (se ovan för definition). Definitionen av värdeskapande tid hade vi på förhand kommit överens med Entreprenadplanering AB.

Vi studerade dataanvändning som är den tid då montörerna använde sig av programmet MagiCAD. Det tredje momentet vi studerade var flytt av material och det var den tid som montörerna använde sig av för att förbereda och bearbeta material i sitt arbete. Sedemera kom ”flytt av material” och ”värdeskapande tid” att slås samman till en kategori. Det sista momentet som studerades vara konversation, här ingick den tid då montörerna konverserade med sina arbetskamrater om problem och dylikt som uppstod vid det aktuella arbetet.

När tidsstudierna genomfördes gick vi bredvid montörerna och använde oss av tidtagningsur för att kunna mäta tiden som spenderades på de olika arbetsmomenten, varpå tider noterades och slutligen räknades samman. Under studiernas gång förstod vi att en del av montörerna kände sig obekväma med vår närvaro. Detta kanske kan förklaras med att de var lite osäkra över vår närvaro på det aktuella bygget, detta trots att vi inför tidsstudierna försökt förklara syftet med vår närvaro för montörerna och att studierna inte fokuserade på individuella eller personliga insatser.

Den första tidsstudien genomfördes den 17 januari. Vi fick under denna studie även synpunkter på programmet MagiCAD i övrigt. Även montörer som inte deltog i projektet med MagiCAD framförde åsikter om detsamma, de var positiva till datorn som arbetsredskap och framförde en önskan om att få delta i projektet. Vi anser att dessa montörer var mycket positiva till MagiCAD och tyckte om idén. Däremot framkom åsikter om ritningar som var inlagda i systemet. Bland annat påpekades att den millimeterprecision som finns att tillgå i MagiCAD inte kommer till sin rätt eftersom underlaget som ritningar är gjorda på visar sig vara felaktiga. Detta försvårar arbetet i projektet och gjorde många av montörerna negativa till MagiCAD.

Nästa tidsstudie genomfördes den 7 februari, då hade montörerna haft god tid på sig att arbeta med arbetsredskapet. Under denna studie framkom det att disciplinen el hade svårt att tillgodota alla funktioner som finns i MagiCAD. Detta beror till stor del på att elledningarna är svåra, om inte omöjliga, att mäta ut i dataprogrammet. Vidare påpekas att symboler och beteckningar inte är fullt synliga i alla lägen i installationsritningar för el. Ett annat problem visade sig vara vagnarna som var svårhanterade. Man framförde åsikter om att eventuellt byta hjul på vagnarna så att dessa blev lättare att flytta. Vid dessa studier arbetade montörerna på två plan (entréplan och källare) och det fanns ingen möjlighet att flytta vagnarna med datorerna mellan våningarna då hissen var ur funktion. Detta gjorde att de kände sig stressade i sitt arbete och behövde springa upp till övervåningen vid behov av att kontrollera ritningarna.

I övrigt var det tydligt hur montörerna aktivt använde sig av MagiCAD som arbetsredskap och verkade även vara tillfreds med det samma.

Totalt skedde tidsstudier 24 timmar eller 1440 min effektiv tid, vilket innebär att siffran är exklusive raster och lunchpauser. Fördelningen i minuter och procent är som följer:

Montagetid	602,5 min	41,8 %
Bearbetning av material	112,0 min	7,7%
Värdeskapande tid totalt	714,5 min	49,5%

Tid vid datorn	42,5 min	2,9%
----------------	----------	------

## **Intervjuer med montörer och arbetsledare**

Forskning, nya som gamla studier, visar att genomförande av förändringar i individers arbetsdag är starkt förknippat med delaktighet, inflytande och förståelse från t ex arbetstagare på ett företag som genomgår förändringar. Införandet av datorer eller nya datorsystem, har varit vardag för nästan alla aktiva i arbetslivet under 90-talet och framåt.

För byggarbetaren och montören har dessa förändringar inte varit lika påtagliga som på många andra arbetsplatser, vilket gör att användandet av datorer i sig står för en markant förändring av arbetsrutinerna i det vardagliga arbetet. Av den anledningen har förändringen och det lärande som krävs av arbetstagarna i samband med förändringar, varit en del av fokus i utvärderingsarbetet.

I intervjuer framkom tydligt hur de som var satta att utnyttja programmet och dess möjligheter, inte riktigt hade klart för sig vad syftet med MagiCAD är, vilket kan ha påverkat det slutliga resultatet. På en direkt fråga var det ingen under intervjutillfällena som fullt ut kunde se någon tidsvinst med programmet som det användes och såg ut idag. Ur utvärderingssynpunkt har vi konstaterat att detta faktum varit ett hinder i den läroprocess som montörerna (användarna av dataprogrammet) genomgått. Situationen som i viss mån präglas av avsaknaden av ett tydligt mål och syfte med den nya tekniken, är dock inte avgörande utan bör ses som ett område som kan förbättras i framtiden, då montörernas upplevelse är en av flera beståndsdelar för ett lyckat användande av MagiCAD.

Vi vill poängtera att oförmågan att se syfte och mål med MagiCAD inte skall förväxlas med ovilja eller ointresse (även om det kan bli en effekt i slutändan), framförallt då förstnämnda är beroende av information och delaktighet i ett tidigt stadium i projektet.

Vid intervjuerna ansåg sig samtliga montörer ha fått en relativt bra utbildning. De såg det som positivt att få vara med och bestämma vilka av funktionerna som skulle finnas med eller inte. Eftersom programmet anpassas tillsammans med montörerna kan detta enligt utvärderarna vara något som påverkat montörernas inställning till programmet och projektet på ett positivt sätt. Montörerna som intervjuades tycker att innehållet i utbildningen var givande. Under det andra utbildningstillfället hade de ansvariga för projektet tagit bort alla onödiga funktioner och ikoner och tagit fram de som montörerna var i behov av.

Montörerna tyckte även att utbildningstillfällena räckte, de hade lärt sig vad som skulle göras och därför ansåg de att utbildningen varit bra. Dock framkom under intervjuer att det ändå tagit viss tid att vänja sig vid det nya systemet.

## **DISKUSSION OCH FÖRSLAG**

De på förhand uppsatta studiemålen ökande värdeskapande tid och kvalitetssäkring för anläggningen kom ju här inte att få några absoluta måttstockar då ju studien naturligt måste begränsas. Dock kan man av studien dra ett antal intressanta slutsatser inför eftermiddagens projekt, dessa slutsatser redovisas i punktform nedan.

Rent övergripande torde det vara uppenbart att nuvarande modell med pappersritningar och beskrivningar inom en relativt snar framtid kommer att ersättas med en digital informationsmodell. De installationsföretag som effektivast anpassar sig till detta kommer att nå konkurrensfördelar vad gäller värdeskapande tid, materialflöden och kvalitetssäkringar.

- Introduktion av ett helt nytt ritningsläsningssystem har en naturlig mognadstid som inte kan forceras fram vid en enstaka studie.
- Digitalt material skall inte ses som renlärig distributionsform, pappersritningar kommer även på medellång sikt framgent att utgöra komplement.
- Installationsmontörer har i relativiteten inga problem med att handha digitalt material.
- Programleverantörerna har inte spontant förstått behovet och möjligheten, att leverera montageanpassade program, härtill krävs påverkan.
- Det digitala ritningsmaterialet bör på arbetsplatsen ges en geografisk spridning, ej uppdelas på installationsdisciplin.
- Byggtreprenören skall ges samma utbildning och information som installationsentreprenören, det ger fördel för installationsentreprenören.
- Projektören skall inte fokusera på millimeterskala på ritning. Normala byggtoleranser och till del ”mänskliga faktorn” skall beaktas i konstruktionen.
- Nya utvecklingsprojekt bör kunna tillskapas inom en snar framtid. Förutsättningarna vid nyproduktion är naturligt mer gynnsamma än ombyggnadsprojekt.

För deltagande SIAQ-företag

**ENTREPRENADPLANERING AB**

Jan Andersson