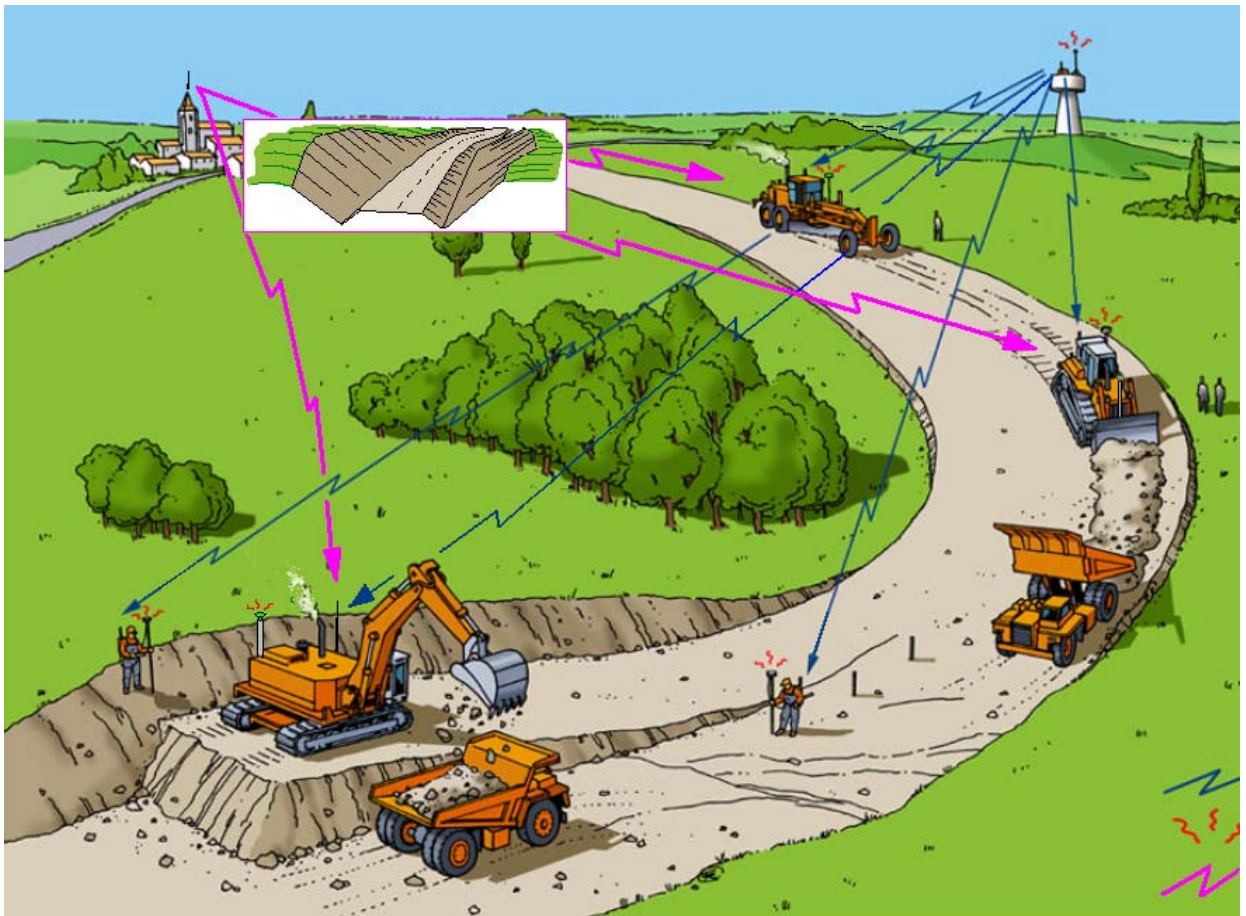


# DIGITAL KOMMUNIKATION MOT MASKINSTYRDA ANLÄGGNINGSMASKINER

SBUF Projekt nr 11918



*En principskiss på ett anläggningsprojekt med guide och styrda maskiner som får sin position via GPS-system men som även får det digitala underlaget till maskindatorerna trådlöst, direkt från projektkontoret till maskindatorn.*

Rapport från ett utvecklingsprojekt där det visas ett effektivare alternativ att hantera överföringen av digitala anläggningsmodeller från projektering direkt till maskinstyrda anläggningsmaskiner. Kommunikation via 3G eller W-lan direkt till anläggningsmaskiner ger betydande besparingar på alla fronter och är framtidens sätt att hantera denna typ av data.

## FÖRORD

Som ett led i ett mer industriellt byggande och aktiv design baserat på ett 3 dimensionellt sätt att arbeta med modeller för maskinstyrning  
I projektet har vi utformat och testat ett sätt att hantera modelldata direkt från projektkontor till anläggningsmaskiner med fokus på datahantering och informationsbärare av detta. Det finns ett antal olika lösningar för att kommunicera mellan kontor och mobila enheter, där frågan kanske mer är vilken typ av data och på vilket sätt framtida lösningar skall utformas.

Projektet har genomförts av en arbetsgrupp enligt nedan:

Patrick Söderström	– ATCON ABProjektledare
Håkan Spak	– NCC Construction
Anders Eklind	– NCC Construction IT
Mikael RoeckHansen	– NCC Construction
Krister Arnaryd	– SBG Maskinplattform
Mattias Touvila	– SBG Systemutveckling
Per-Erik Markström	– ME (Repr. Maskinentreprenörerna)
Fredrik Persson	– SEKO (Repr. SEKO Väg & Bahn)

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>FÖRORD .....</b>	<b>1</b>
<b>SAMMANFATTNING.....</b>	<b>2</b>
<b>BAKGRUND.....</b>	<b>5</b>
<b>1. INLEDNING .....</b>	<b>6</b>
1.1 Syfte.....	6
1.2 Mål.....	6
1.3 Frågeställningar.....	7
<b>2. GENOMFÖRANDE .....</b>	<b>7</b>
2.1 Processmodell.....	8
<b>3. FALLSTUDIE.....</b>	<b>10</b>
3.1 Kommunikation server maskindator.....	10
3.2 Hantering data i fält.....	10
3.3 Nuläge och möjligheter.....	10
<b>4. SLUTSATS</b>	

## **SAMMANFATTNING**

Målsättningen med detta utvecklingsprojekt var att skapa en kommunikationsväg för projekterade data till de anläggningsmaskiner som är utrustade med maskindatorer. För att en denna kommunikation skall fungera måste anslutningen fungera enkelt från projektledning till maskinförare och maskindator. Synergieffekten i en sådan kommunikation är den avsevärda tidsvinst man uppnår genom att skapa direkt information till maskindatorn jämfört med fysisk nedladdning av data. Därmed undviks betydande ställtid för maskiner och personal.

Att tekniskt utnyttja dagens befintliga teknik för en anslutning av denna typ är inte komplicerat. Däremot uppstod problem att bestämma vilken typ av format, bärare eller protokoll som behövdes för att tillgodose företagets säkerhet, hårdvarors och mjukvarors kompatibilitet. Problemet att tvingas välja teknik, som redan känns för gammal bygger ofta på ett motstånd att våga utveckla nya arbetssätt inom detta område.

Med dagens produktionssätt kan en sådan kommunikation användas för automatisk uppdatering av senaste data samt support i realtid från kontoret med omvärlden som arbetsområde. Genom att välja och anpassa kommunikation med 3G som bärare av digital data så kommer tekniken att fungera i andra nätverk som GSM/GPRS/W-Lan etc. vilket kommer att fungera för överskådlig tid.

Tyvärr så kunde inte projektet slutföras i den omfattning som var planerat då hårdvaruleverantören valde att utveckla en lösning på egen hand. Utifrån den lösning som testats fungerar både uppkoppling och hantering av data mycket väl och detta är med all sannolikhet framtidens kommunikationsväg både för anläggningsbranschen och för enskilda användare.

## BAKGRUND

Inom anläggningsbranschen är i dag maskinstyrning och maskinguidning mot GNSS eller totalstationer en vedertagen teknik i produktionen. Maskinstyrning är ett begrepp som både innefattar styrda maskiner med automatik eller guide maskiner, dvs. föraren / maskinen får styranvisningar via en dator. I maskindatorn lägger man in den utformnings- anläggningsmodell som föraren sedan kan styra eller guida sig mot för att utföra arbetet med rätt position- nivå eller lutning.

Systemet består av tre olika komponenter. En kontrollbox med sensorsystem som beräknar bladets eller skopans läge mot en given punkt på maskinen. En position som anges från GPS-mottagare eller via radiolänk från totalstation, samt slutligen en dator som jämför verkligt läge med förväntat läge från lagrad anläggningsmodell. Datorn beräknar och ger styrsignaler till kontrollboxen. Grunden för den anläggningsmodell som maskindatorn använder för beräkningar kan vara en 3D cad ritning. För guidad information som t.ex. grävmaskiner och vissa bladmaskiner kan föraren visuellt betrakta och styra maskinen med hjälp datorskärmen. För andra maskintyper som väghyvlar och bandschaktare kan man aktivera kontrollboxen som med automatik håller rätt lutning och rätt nivå på aktuella ytor.

Överföring av data till maskinerna, anläggningsmodeller eller revideringar är tidsödande och görs normalt från en PC-miljö via kabel eller USB – minne.

Med dagens upphandlingsformer och korta byggtider så krävs det att man snabbt skall kunna föra över modeller och ändringar från projektering och projektledning till maskindatorn. Genom att koppla upp maskindatorn till ett webbaserat nätverk kan man mycket enkelt överföra och lagra information och modeller direkt till maskinerna utan att påverka produktionen.

En tillförlitlig och bra mobil kommunikation till dessa maskiner innebär:

- Tid- och kostnadsbesparing då alternativet i dagsläget är att fysiskt åka ut till maskinen för överföring.
- En förkortad ledtid mellan projektering och produktion vilket leder till mer tid för kontroll och planering.
- Möjligheter att via nätverk kontrollera maskiner i fält, felsökning och hjälp per distans.
- Möjlighet för projektören att direkt överföra anläggningsmodeller i maskiner.
- Enklare kvalitetsäkring och hantering av modelldata till enheter i fält.

## 1. INLEDNING

Maskinstyrningssystem är ett samlingsnamn för applikationer och tjänster för att positionera anläggningsmaskiner med hjälp av GNSS (Global Navigation Satellite System) eller totalstationer.

### 1.1 Syfte

Syftet med projektet är att:

- beskriva möjliga applikationer att på ett enkelt sätt överföra information från projektör till maskindator.
- påvisa möjligheter för tillämpning samt förutsättningar som gäller vid införande av mobil överföring av data direkt till entreprenadmaskiner eller andra aktörer på arbetsplatsen.
- I fält utvärdera befintlig utrustning och förbättra från montage till nedladdning av modeller.
- Följa upp och analysera effekter och synergi av snabb mobil kommunikation mot maskiner.

### 1.2 Mål

Målet är att skapa en kommunikationsväg och ett sätt i anläggningsprocessen att med hjälp av mobil 3G-teknik som bärare, möjliggöra en tillförlitlig och användarvänlig förbindelse mellan olika aktörer, ex. projektkontor och maskinförare.

- Integrera och driftsätta 3G som bärare av mobil kommunikation till anläggningsmaskiner.
- Skapa en användarvänlig och tillförlitlig plattform för att hantera data till och från maskiner
- Identifiera kommunikationsmetoder för att öka effektiviteten och kvaliteten i arbetsprocessen.
- Beskriva nödvändiga förutsättningar för en positiv effekt

Med dagens produktionssätt kan en sådan kommunikation användas i framtiden för automatisk uppdatering av senaste data samt support i realtid från kontoret med omvärlden som arbetsområde. Genom att välja och anpassa kommunikationsvägen med 3G som bärare av digital data så kommer teknik att fungera i andra nätverk som GSM/GPRS/W-Lan etc.

### 1.3 Frågeställningar

1. Hur skall uppkopplingen mellan maskindatorn och webbplatsen initieras och av vem?
2. Hur kan maskindatorn identifieras från ett användargränssnitt och hur tilldelas behörigheter?
3. Hur kan anslutningen och kommunikationen appliceras på andra mobila enheter i produktion?
4. Hur bör anbuds, projektering och produktionsprocessen utformas för att göra det möjligt att införa en integrerad informationshantering i anläggningsprojekt med 3D projektering och produktion med eller utan maskinstyrning?

## 2. GENOMFÖRANDE

Genomförande har gjorts i 4 steg med utvärderingar enligt nedan.

1. Anpassning av hård och mjukvara för att kunna använda 3G som bärare mot maskindatorn GeoRog.
2. Skapa och driftsätta ett användargränssnitt och lagringsplats för digital anläggningsdata
3. Fältförsök, kontroll av montage, hårdvara samt driftsäkerhet.
4. Anpassning och analys av användarvänlighet, funktion och tillförlitlighet.

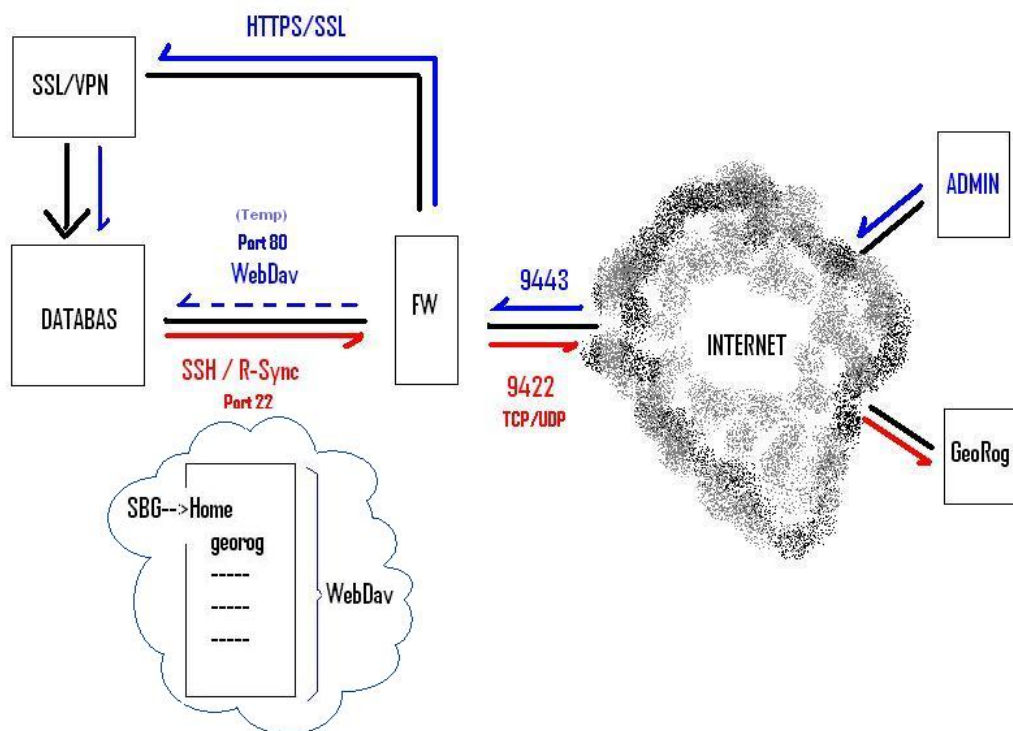
Som ett led i Patricks Söderströms Lic. inom Industrialiserat anläggningsbyggande vid LTU så är tillgängligheten till data till och från maskiner av väsentlig vikt. Detta gör att just denna typ av kommunikation troligen till viss del kommer att vara en grund för studien och kommer att ingå som förutsättning att beskriva ett processätt för framtidens produktionsstyrning.

## 2.1 Processmodell

De i dag brukliga maskinerna har ofta operativsystem som stödjer anslutningar till externa nätverk och vissa har t.o.m. nätverkskort och/eller w-lan hårdvara inbyggt.

I vår studie utgick vi från den hård- och mjukvara som dominerar den svenska marknaden. Detta är SBG's GeoRog som med ett Linux operativsystem kan kopplas till en vanlig router för att sedan anslutas till ett nätverk.

Nedan är en skiss över vilka vägar och vilka protokoll som krävs för att skapa denna anslutning mellan en uppkoppling på kontoret till den aktuella maskinen.



Schematisk bild över processen för upprättande av kommunikation via 3G till GeoRog.



### 3. FALLSTUDIE

Kommunikationen har testats i ett skarpt försök i produktion med bra resultat vad det gäller kommunikation och användande. Utrustningen som monterades var en vanlig 3G-Router som anslöts till en dator GeoRog i en hjullastare som utförde diverse mark justeringsarbeten utanför Umeå. Vi undersökte dels enkelheten i hanteringen av data med avseende på information från ritning till server, dels hur kommunikationen skulle fungera i ett område där telefonnätet inte är allt för bra samt hur hanteringen med förare med begränsad erfarenhet av GeoRog datorn fungerade.

#### 3.1 Kommunikation server - maskindator

Hanteringen av modelldata från mätpersonalen till servern var inte svårare än att flytta filer från en mapp till en annan. Tiden för att traditionellt föra över data från en PC till en maskindator med kabel tar normalt ca 20-30 sekunder och samma mängd data tog 2-3 sekunder. Då serverplatsen i detta fall låg som egen server utanför det interna nätet, kan anslutningen uppkopplas till Internet som då också gick att nå från publika datorer. Det är ett enkelt sätt som inte sätter några direkta begränsningar för anslutning men säkerheten i en sådan uppkoppling måste ses över. Utvärderingen från mätpersonalen var mycket positiv. Detta sätt att hantera data är definitivt ett framtida krav. Bristen på mätpersonal och långa avstånd utgör en betydande tidsfaktor, då varje maskinenhet manuellt skall uppdateras. Tidsåtgången med en serverkommunikation är endast egen tid för datahantering.

#### 3.2 Hantering data i fält

För maskinföraren som skall hantera data blir inte själva hanteringen någon skillnad gällande valet av referensdata som skall användas. I detta försök var föraren tvungen att manuellt initiera uppkopplingen mot servern men i ett tänkbart scenario så kan detta skötas per automatik. Maskindatorn kan exempelvis koppla upp sig mot en server var 15 min läsa av om det finns ny data att hämta. Initieringen och hämtningen av data från servern sköttes enkelt med ett par knapptryckningar och för normalstora modeller tog det ca 20-30 sekunder. För maskinföraren var hanteringen av data genom mobil uppkoppling mycket positiv. Hanteringen av uppkopplingen var enkel och det gick snabbare än förväntat. En stor fördel för maskinisten var möjligheten att ringa och beställa vilken typ av modell eller data han behövde. Detta underlättade även för mätteknikerna som slapp att överarbeta all data utan kunde fokusera på det viktigaste och sedan göra kompletteringar senare. Då hanteringen av modeller i maskindatorn är helt beroende på vilken version av mjukvaran man använder så var det i detta fall en specialversion vilken bara kunde hantera en liten del av modellerna vilket innebar att försöket inte gick att använda fullt ut i en skarp produktion.



3.2.1 Maskinguidad Hjullastare. Hjullastaren var utrustad med sensorsystem och GNSS mottagare samt maskindator. Maskinen arbetade under tiden på flera olika arbetsplatser vilket gjorde att modelldata hanteringen var omfattande och ändrades ofta.



3.2.2 Förarmiljön. För föraren så var hanteringen av data och modeller väsentlig. Maskindatorn GeoRog (tv) var uppkopplad med 3G-routen (th vid golvet) och modelldata skickades direkt från kontoret till maskinen. Han hade även en separat dator uppkopplad mot samma router där han tog emot mail med ritningar och beskrivningar för de olika projekten.

### *3.3 Nuläget och Möjligheter*

Många maskindatorer är idag förberedda för att kunna hantera mobil kommunikation och vissa leverantörer har redan en lösning för detta. Dessa lösningar är dock designade av leverantörerna vilket medför att de inte direkt går att applicera i entreprenadörföretagens egna interna hantering av data vilket i framtiden kan bli ett säkerhetsproblem.

Dock är möjligheter och potential för denna typ av mobil kommunikation en kraftfull förbättring av tidsbesparing och kvalitet. Tidsåtgången för hantering av data måste minskas. För ett normalt anläggningsprojekt så skulle med all säkerhet en 20 % -ig tidsbesparing göras, om man endast räknar tid för transport och hantering. Då maskindatorerna för närvarande endast till största delen visar utformningsdata, så ger denna kommunikation bara tidsbesparingar. I en framtida lösning kommer även annan information som främjar produktionsstyrning, exempelvis planering, logistik och materialhantering att vara tillgängliga, vilket ger en klar fördel med mobil kommunikation.

## **4. SLUTSATS**

Mobil kommunikation till anläggningsmaskiner kommer att vara det framtida sättet att hantera data och det finns ett antal lösningar. En mobil kommunikation liknande detta skulle avsevärt underlätta dels datahantering och dels arbetssituationen för de aktörer som är involverade. Den ekonomiska lönsamheten är uppenbar särskilt om fokus inriktar sig på att projektinformation ex. anläggningsmodell tillhandahålls direkt från beställare/projektör.

Ett övergripande mål är att exempelvis ett vägprojekt utforma en projektmodell redan vid förstudien för att sedan under olika projektskeden, förädlas för att passa till vägutredning, arbetsplan, bygghandling, byggande och slutligen efter överlämnande vara ett underlag för drift och underhåll.