



AR är bara en av funktionerna i framtidens fabriker. Anställda och maskiner kommer också att vara trådlöst uppkopplade på olika sätt.



# Nätverkstester bereder

5G har allt som behövs för att koppla upp den smarta fabriken men testning av nätverket är en fundamental pusselbit



## Av Arnd Sibila, Rohde & Schwarz

**Arnd Sibila** arbetar med teknisk marknadsföring på Rohde & Schwarz avdelning för test av mobilnät.

Innan han började på företaget år 2012 arbetade han på Nokia Siemens Networks och innan dess på Siemens Communications.

**D**agens 5G-nät är standardiserade via Release 15 från 3GPP. Med nästa version, Release 16, kommer kraftiga förbättringar av fördröjningarna, nätverkssynkronisering och integration av industriellt Ethernet. 5G Automotive Association (5GAA) och 5G Alliance for Connected Industries and Automation (5G-ACIA) har bidragit aktivt till arbetet med att ta fram den. Release 16 gör att 5G utvecklas till en teknik som kan möta kraven från smarta fabriker, det som ofta kallas Industri 4.0.

Dessa krav karakteriseras av datadriven realtidsstyrning av alla processer plus snabb och flexibel omställning av produktionslinorna. En komplett uppkoppling av fabriksbyggnaden, alla maskiner, personalen, logistiken och produkterna är bara möjlig med trådlös teknik. Snabba 5G-baserade uppkopplingar kommer att utgöra nervsystemet som koordinerar den komplexa fabriks-

strukturen. Även ett kort avbrott i dataflödet kan få allvarliga konsekvenser och leda till höga kostnader vilket innebär att det trådlösa nätet måste planeras med stor omsorg. Processen består av ett antal faser inklusive testning.

En smart fabrik är en kritisk miljö som måste uppfylla strikta krav på maskinuppkoppling och tillförlitlighet men också datasäkerhet och säkerhet för personalen, särskilt om uppkopplingen är trådlös.

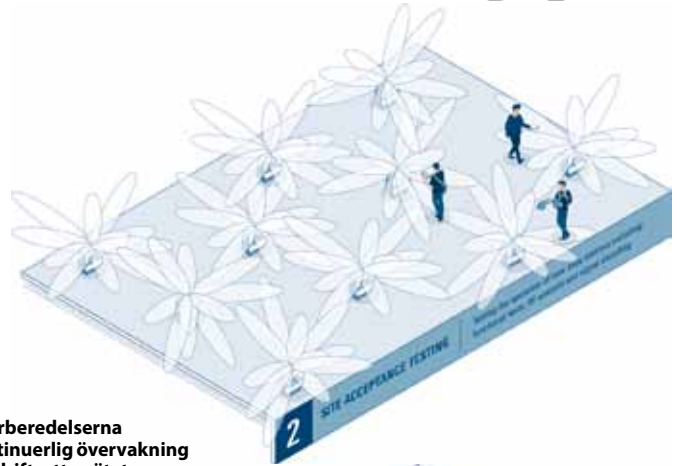
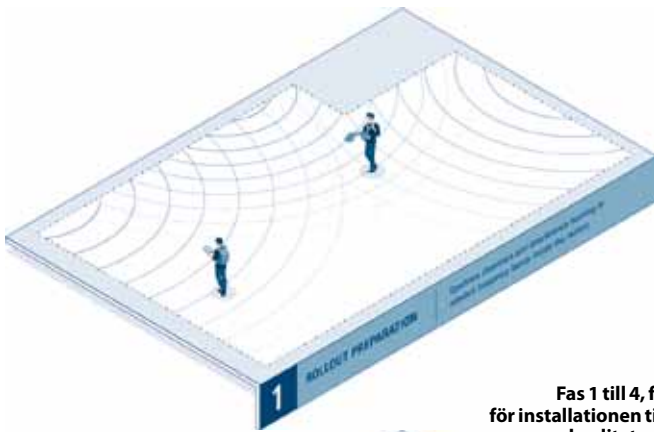
Ett vedertaget sätt att öka säkerheten är redundans. Varje plats i en smart fabrik måste täckas av åtminstone fyra trådlösa accesspunkter. Att testa på plats är det enda sättet att verifiera detta. Det måste inte bara göras vid installationen utan varje gång maskiner flyttas eller det görs andra ändringar i fabriken eftersom detta kan påverka radiovägor och utbredning.

Ett pålitligt och heltäckande radionät är

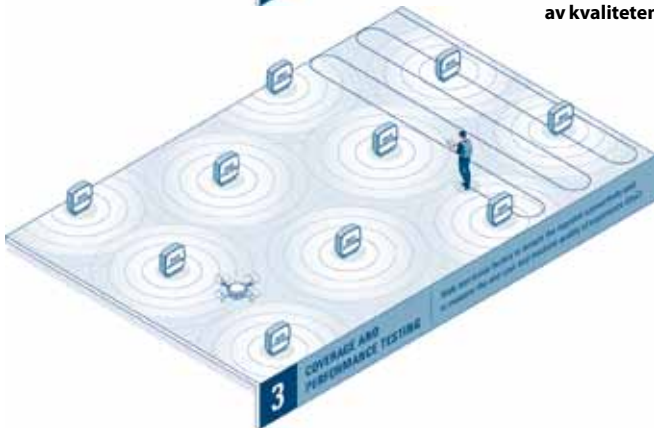
nödvändigt men inte tillräckligt för en problemfri drift. Ett annat krav är rätt prestanda mätt inte bara som tillräcklig bandbredd utan också – och ofta viktigare – i form av korta fördröjningstider (den tid det tar för signalen att gå genom hela systemet).

Fördröjningen (latensen) i äldre mobilsystem, inklusive 4G, var inte tillräckligt kort för att kunna hantera realtidsuppgifter. Detta gäller inte för 5G som har en fördröjning på några millisekunder.

Fördröjningar består av två sorter, fram-och-tillbaka och envägs. För tillämpningar som AR eller VR krävs kort latens för hela kedjan fram-och-tillbaka till användare för att bilddata ska kunna uppdateras lika snabbt som användaren rör huvudet. Om man istället vill styra en uppkopplad maskin i realtid räcker det med kort latens för kommandon som skickas till den. Det gäller exempelvis om man ska stoppa en maskin.



Fas 1 till 4, från förberedelserna för installationen till kontinuerlig övervakning av kvaliteten i det driftsatta nätet.



# vägen för smarta fabriker

NÄR MAN PLANERAR för en fabrik implementeras nätet i fem steg:

## Fas 1: Förberedelser för utrollningen

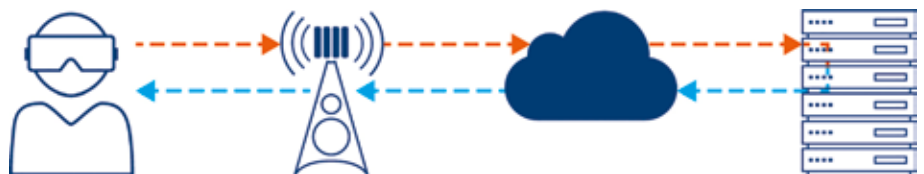
I Tyskland och en del andra länder finns det 5G-frekvenser avsatta för campusnät och privata företagsnät. Den som har en fabrik kan ansöka om en licens. Installationen och driften kan göras internt, men vanligen anlitar man en mobiloperatör. I andra länder måste man gå via en operatör med spektrum som kan avsätta en del av det för nätet. Denna kan också installera basstationer i fabriken om det är nödvändigt. Om man använder det dedicerade band som finns i bland annat Tyskland måste man börja med att kontrollera att det inte finns störtsignaler där. Även om det inte ska finnas det visar erfarenheten att så inte alltid är fallet. Rohde & Schwarz nätverkskanner TSMx6, de handhållna nätverksanalyserna FPH och FSH liksom de portabla testmottagarna MNT100 och PR200 är lämpliga för att göra mätningarna.

## Fas 2: Acceptanstesting

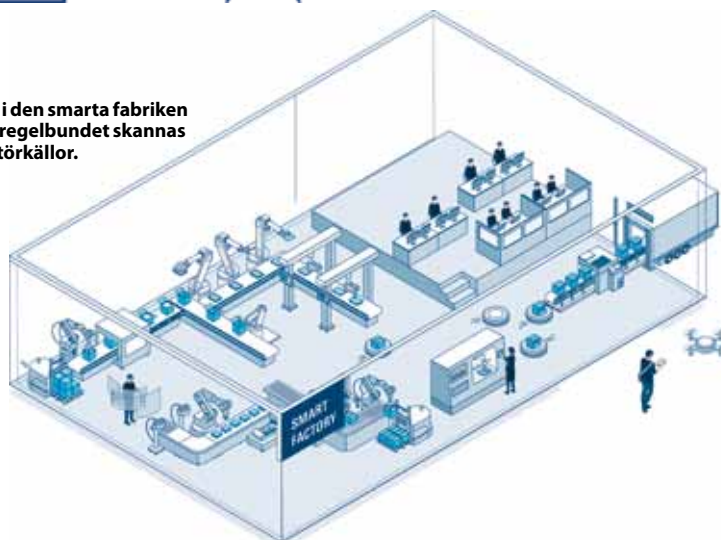
Den andra fasen omfattar testning och validering av det nya nätet. Det inkluderar enkel funktionstestning som att testa upp- och nedladdning av data, att mäta fördröjningen fram-och-tillbaka, att göra spektrumanalys och avkodning av utsända signaler (OTA) för



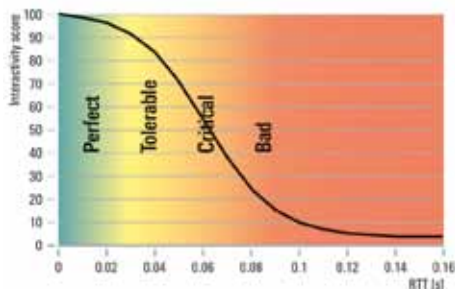
Envägsfördröjning mäts som tiden det tar för signalen att gå från sändare till mottagare medan fördröjningen fram-och-tillbaka även inkluderar tiden det tar för mottagaren att processa meddelandet och skicka tillbaka svaret.



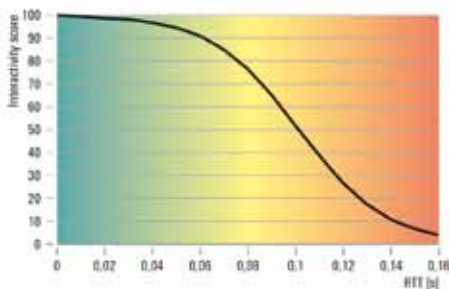
Miljön i den smarta fabriken måste regelbundet skannas efter störkällor.



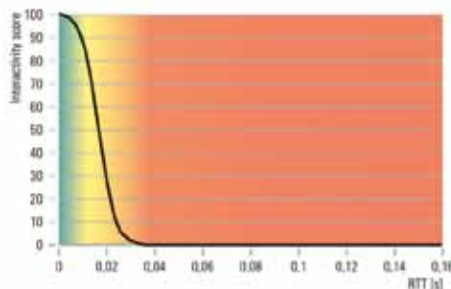
Interactivity score for real-time eGaming



Interactivity score for VR shopping



Interactivity score for robot control



Betyg för olika tillämpningar. Den s-formade fördröjningskurvan går genom ett antal kvalitetszoner vars lägen och storlek varierar från tillämpning till tillämpning.

att verifiera storheter som PCI, SSB och SIB. Avkodning av signalen bidrar till att hitta problem när resultaten inte blir som förväntat. Rohde & Schwarz produktportfölj har allt som behövs för detta. QualiPoc är en mjukvara för Androidmobiler som används för att utvärdera nätet ur ett användarperspektiv med funktionstester som DL, UL, ping/TWAMP. Den handhållna spektrumanalysatorn Spectrum Rider FPH passar för att göra OTA-mätningar medan Rohdes 5G site testing solution ger en god överblick över nätet och gör det enkelt att identifiera eventuella svagheter och problemområden.

**Fas 3: Täcknings- och prestandatest**

Nu är det dags för de verkliga testerna. Målet är att försäkra sig om att nätet ger utlovad prestanda överallt i fabriken. Nätverksskannern TSMx6 kan användas för att se hur många accesspunkter som ger en bra referenssignal (RSRP) och bra signal-till-störnivå (SINR) på alla platser i fabriken. Som tidigare nämnts är det önskvärdt med fyrfaldig redundans. Med QualiPoc Android går det att testa realtidsegenskaperna i uppkopplingarna ge-

nom att kombinera emulerade trafikprofiler med testning av fördröjningen och kvaliteten i sändningarna. Rohdes SmartONE gör det möjligt att visualisera resultaten och upptäcka områden där det finns problem.

**Fas 4: Övervakning av kvaliteten i nätet**

De här mätningarna är nödvändig i fabriker där det trådlösa nätet utgör en kritisk del av infrastrukturen och ett fel skulle resultera i stora ekonomiska och materiella förluster. Den som har ansvaret för fabriken måste tydligt definiera nivån på tjänsten och ha ett så kallat Service Level Agreement med nätverksoperatören. Dessutom måste man själv kunna kontrollera att SLA:n efterlevs. RF-sensorer placeras ut i fabriken och på transportrobotar som AGV:er och AMR:er. De mäter uppkopplingen med regelbundna intervall inklusive fördröjningen och rapporterar resultaten till ett centralt övervakningscenter (SmartMonitor). Där visualiseras resultaten i realtid. Med verktyg som SmartAnalytics går det att göra djupare analyser på insamlad data. Programmet använder

maskininläring för att identifiera trender och anomalier och indikerar snabbt avvikelser så att förebyggande åtgärder kan vidtas innan det inträffar ett fel.

**Fas 5: Verifiera att nätet uppfyller licenskraven**

När fas fyra är avslutad är nätet färdigt för att tas i drift. Den sista saken som behöver kontrolleras är att nätet uppfyller villkoren i spektrumlicensen och att signaler som når längre bort än den yta som ska täckas ligger under föreskrivna nivåer. Det måste göras för att inte störa eventuella grannar som använder samma frekvensband eller ett närliggande frekvensband. Kontrollen kan göras genom att promenera runt med en bärbar testare som Freerider 4 eller en nätverksskanner monterad på en drönare.

**Sammanfattning**

Många kommer att behöva konvertera sina existerande fabriker till smarta fabriker, de som är konventionellt organiserade kommer att få det svårt att konkurrera med den flexibilitet och kostnadsfördel som den nya generationens fabriker har. En viktig funktion är uppkoppling av maskiner och utrustning med korta fördröjningar via 5G. Rätt T&M-support gör det enkelt att installera och driva dessa nät.

Det finns videofilmer och mer information på vår webbsida om smarta fabriker:

[www.rohde-schwarz.com/mnt/smart-factory](http://www.rohde-schwarz.com/mnt/smart-factory)



**FAKTA**

**En ny metod för att mäta nätverksprestanda**

Att upprätthålla bra prestanda och full täckning är nödvändigt i en fabrik. Fördröjning och bandbredd måste ligga över den satta miniminivån över hela ytan som ska täckas. En ny metod i den mobilbaserade mjukvaran QualiPoc Android gör den här typen av mätningar enkla och tillförlitliga. Fördröjningen mäts normal genom att "pinga". Funktionen är en del av Internetprotokollet (ICMP) och används för att utbyta diagnostik- och felmeddelanden i datornätverk. Men ping-metoden har ett tillkortakommande som gör att den inte fungerar så bra för korta fördröjningar som i 5G-nät i fabriker. Den är inte tänkt för exakta mätningar av korta fördröjningar och kan inte

emulera trafikmönster. En bättre metod är att basera mätningen på TWAMP-protokollet (two way active measurement protocol) som Internet Engineering Task Force har tagit fram för att mäta fördröjningen mellan två noder i ett IP-baserat nätverk. Exakt vad man kan göra med TWAMP beror av hur det är implementerat. Rohdes lösning är en del av mjukvaran QualiPoc Android och levererar ett betyg baserat på flera parametrar. Den här innovativa metoden har föreslagits som standard. Mobilen med QualiPoc skickar tillämpnings-specifika datapaket via UDP-protokollet vilket emulerar en realistisk trafikprofil av ett specifikt

användningsfall till en TWAMP-kapabel server (TWAMP reflector) som genast skickar tillbaka dem. QualiPoc avgör hur lång tid det tar att få tillbaka data, hur mycket fördröjningen varierar (min och max) och antalet fel i paketet. De tre mätvärdena läggs ihop till ett sammanlagt betyg för det specifika användarfallet. Det är en skalbar upplevelsemodell (QoE-modell) som kan skräddarsys för olika klasser av applikationer. Mjukvaran är inte bara användbar för att mäta på tjänster utan också för alla realtidsapplikationer i trådlösa nät. Lämpliga profiler håller på att utvecklas i samarbete med olika branscher.