



Stockholms Centralstation från Vasagatan.

Foto: Jernhusen AB

GRUNDFÖRSTÄRKNING

av Stockholms Centralstation

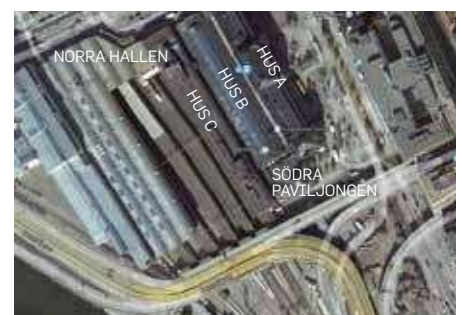
När stationshus behöver **renoveras eller byggas om** så innebär detta ofta komplexa insatser och stora utmaningar, både tekniskt och logistiskt för att arbetsinsatserna ska kunna genomföras med ett minimum av störningar på den vardagliga verksamheten. Stockholms Centralstation, där det sedan 2008 pågår ett omfattande renoveringsprojekt, är inget undantag.

TEXT: EWA KARAWAJCZYK FOTO: SWECO

Stockholms Centralstation, vardagligt kallad "Centralen", är Sveriges största järnvägsstation. Den ligger i den gamla stadsdelen Klara, vid Centralplan/Vasagatan. Stationen invigdes den 18 juli 1871 och sedan bolagiseringen av Statens Järnvägar 2001 ägs och förvaltas byggnaden

av Jernhusen AB. Centralstationen blev förklarad som statligt byggnadsminne 1986.

Centralstation Stockholm består idag av ett antal byggnader som uppförts under många år. För att lättare identifiera olika delar av Stationen har man infört följande begrepp: Hus A, Hus B, Hus C, Södra Paviljongen och Norra Hallen (från Klaravia-dukten). Flygbilden här intill visar stationen idag med indelningen i olika "Hus".



Stationen idag.

HUS A

Byggnaden färdigställdes 1871 och har en källare och delvis 4, delvis 5 våningar. Den har en stomme av tegelmurverk samt bärande innerväggar av trä och träbjälklag och är grundlagd med naturstenmurar på träpålar med tvålayers trärustbädd. Byggnaden har vid flera tillfällen byggts om och till. I samband med det omfattande bygget av tunnelbanan under 1950-talet byggdes en förbindelsetunnel för gående till Centralstationen. Tunneln sträcker sig från T-Centralen genom Hus A och vidare genom Hus B till Centralstationens spårområde. Där tunneln passerar under Hus A avväxlades stommen till tunnelns grundläggning. Tunneln är grundlagd på stödpålar av stål. I norra delen av Hus A utfördes en lokal avväxling av källarplanet till nya stödpålar av stål, för att ge större öppna ytor för planerade offentliga toaletter.

Under år 2005 revs entréplanet på den gamla verandan framför Hus A och ersattes med en ny något större veranda. Den nya verandan fick en egen grundläggning på stålpålar. Verandan separerades helt från huvudbyggnaden för att inte påverkas av pågående sättningar i Hus A.

HUS B

Samtidigt med Hus A byggdes en banhall i läget för Hus B, Centralhallen. Banhallen grundlades på två kraftiga kallmurar av natursten på träpålar och rustbädd av plank. Under 1920-talets andra hälft revs banhallen ovan mark för att ge plats åt Hus B. Detta byggdes huvudsakligen utan källare och grundlades på de gamla grundmurarna: Östra och Västra muren. Bottenbjälklaget och mezzaninen i södra änden av Centralhallen grundlades på låga grundmurar och plintar på grundsulor och -plattor på fyllningsjorden.

Vid de stora ombyggnaderna på 1950-talet revs större delen av bottenbjälklaget så att en ny källarvåning kunde byggas. Källarvåningen grundlades på stål- och betongpålar. Nästan alla pelare som bär taket avlastades på östra sidan till nya stålpålar och större delen av Östra muren revs. På västra sidan har Västra muren fortfarande utfört en grundläggning för större delen av ytterväggen med sina pilastrar för takbågarna och för bottenbjälklaget.

Under andra hälften av 1980-talet uppfördes en tillbyggnad där vänthallen förlängdes norrut, den så kallade "Norra Hallen". Denna del av byggnaden är pålad med stödpålar av stål.

ÖVRIGA BYGGNADER

Hus C uppfördes i slutet av 1950-talet. Byggnaden har en källarvåning och 4 våningar ovan mark. Byggnaden har stomme av betong och är grundlagd med pålar av betong och stål.

Den så kallade Södra Paviljongen uppfördes i slutet på 1920-talet. Paviljongen har 2 våningar och stomme av både tegelmurverk och betong. Byggnaden grundlades huvudsakligen på betongplattor på mark i fyllningen.

GRUNDLÄGGNINGSPROBLEMEN

Områdets grundvattennivå är sedan länge avsaknad, vilket lett till rötangrepp i trägrunderna. Trägrundens påtagliga rötangrepp konstaterades redan under 1980-talet i samband med ombyggnationen av Centralstationen. Detta bekräftades år 2004 i samband med projektering av Citybanan. Resultaten från provgrovsgrävning har visat på nedsatt tryckhållfasthet i trägrunderna och angrepp av erosionsbakterier.

Centralstationens byggnader har satt sig

i en takt av 0 till 1.0mm/år. Pågående sättningar i lerlagret har också påverkat de ytligt grundlagda delarna av Hus B och Södra Paviljongen. Eftersom sättningshastigheten har varierat mellan olika byggnadsdelar är skador i form av sprickor etcetera betydande. Ombyggnaden från 1950-talet förvärrade situationen. Differentiella sättningar ökade på grund av att den delen av huset som vilar på tunnelgången/mittskeppet inte sätter sig, medan sättningar av huset på båda sidor av tunnelgången har fortskridit under hela tiden från 1950-talet till idag. Ojämna sättningar ger upphov till sprickor i ytter- och skiljeväggar, samt bidrar till lutande bjälklag. Sprickbildningen i Centralstationen är väldigt omfattande och vittnar om en långvarig och mycket oregelbunden sättningsutveckling, vilket resulterar i sprickbildning i väggarna.

DE GENOMFÖRDA INSATSERNA

Grundförstärkning av Centralstationen startades för att bromsa och stoppa sättningsprocessen. I juni 2008 fick SWECO Structures AB tillsammans med geotekniker från Golder AB ett uppdrag att projektera en Systemhandling för grundförstärkning och modernisering av Centralstationen. Under Bygghandlingsskedet som startades år 2009 har SWECO fått förtroendet att även ta ansvaret för geotekniken.

Projekteringen och entreprenaden av grundförstärkning och modernisering av Stockholms Centralstation var uppdelad i 7 etapper. Fyra etapper: etapp: 1, 2, 4 och 5 var rena grundförstärkningsetapper. Grundförstärkningsentreprenaden påbörjades 2009 med förstärkning av Södra Paviljongen och delar av Hus B och A (Södra Tornet). Entreprenaden fortsatte under 2010 till och med februari 2013. Grundför



Sprickor i ytter- och skiljeväggar.





Södra Paviljongen, avlastning av stomme.



Ny källare under en del av Södra Paviljongen.



Nischer i kallmur, Hus A.



» stärkningsentreprenaden för Centralstationen är avslutad sedan februari 2013.

Grundförstärkningen utfördes av två entreprenörer. De två första etapperna (1 och 2) utfördes av SKANSKA och etapperna 4 och 5 utfördes av Lemminkäinen.

Grundförstärkningsentreprenaden av etapp 1 och 2 inbegrep grundförstärkning av Södra Paviljongen, delar av Hus B och den mest sydliga delen av Hus A (Södra Tornet). Etapperna 4 och 5 inbegrep grundförstärkning av resterande del av Hus B (dagens Coop) och en resterande, väldigt omfattande grundförstärkning av hus A samt två utvändiga utgrävningar mot Vasagatan med tillfälliga sponter mm.

I alla grundförstärkningsetapper ingick bland annat sänkning av befintliga golv i källaren, drygt en meter till ny nivå +0,26. Sänkningen projekterades och utfördes för att öka brukbarheten och förbättra arbetsmiljö av källarvåningen. Sänkningen innebär att ny FG skulle ligga under befintlig grundvattennivån och konstruktionen av nya golv och socklar projekterades vattentäta och dimensionerades för grundvattenuppträck. Omfattande utgrävningar har skett i delar av Hus B och Södra Paviljongen för att utöka arean i det nedre planet och skapa utrymme för bland annat nya teknikerum, källare och butiker. Resterande delar av Östra och Västra Muren har rivits och ersättas med pelare av stål/betong.

Grundförstärkningen av Stockholms Centralstation har utförts med konventionella metoder, vilka bland annat utformats för att vara skonsamma mot befintliga byggnader och anläggningar i omgivningen. Följande grundförstärkningsmetoder har valts till respektive Hus/byggnad:

BEFINTLIGA OCH NYA BETONGGRUNDER

Södra Paviljongen och mest sydliga delen av Hus B har man grundförstärkt med slanka stålrörspålar. Pålar förborrades genom pålningshinder och installerades

genom stoppslagning mot berg. Förborring har utförts i förekommande fall med översläende, vattenspolad hammarborrmaskin och med vattendriven sänkborr av typen Wassara. Lastöverföringen till de nya pålarna åstadkoms med olika metoder beroende på vilken del av byggnaden pålarna har installerats i. För en del av Södra Paviljongen har man utnyttjat de befintliga bärande betonggrunderna där de nya pålarna har anslutits direkt till dessa. För nya utgrävda källare har man gjutit nya betongfundament där man överfört laster från stommen genom nya stålpelare installerade under befintliga pelare, fundament eller väggar. Många tillfälliga avlastningskonstruktioner har projekterats för en temporär avlastning av befintlig stomme.

BORRADE STÅLRÖRSPÅLAR

Grundförstärkningen under Hus A har utförts med borrade stålrörspålar typ Ruukki RD med olika dimensioner. De flesta av pålar var RD 170x12,5 med dimensionerande bärförmåga 1000 kN. Pålarna har neddrivits min 1 m i friskt berg med vattenspolning, typ Wassara. För att installera pålar i husets grundmurar, "kallmurar", sågade man nischer i både ytter- och innermurar av natursten. Nischer placerades under vertikala "laststammar" och djupet valdes så att pålar placerades i mitten av murrarna/väggarna. Lasten har överförts via ingjutning av nischerna med armerad betong och bultning till grundmuren eller genom samverkan mellan kallmur och påle som försetts med påsvetsade rillor. Andra grundförstärkningsalternativ som förekom i Hus A var okbalkar av kringgjutna stålbalckar, som borrades och installerades genom de befintliga grundmurarna. Alla nya grundbalkar ligger under källargolvets nivåer. I trånga utrymmen och delar av källaren där golvet inte skulle sänkas har man utnyttjat möjligheten till snedpålning.

AVANCERADE STÅLAVVÄXLINGAR

Den mest avancerade grundförstärkningsmetoden har man projekterat och tillämpat vid rivning av Västra muren i Hus B. Västra muren har utgjort grundläggning för större delen av ytterväggen av Centralhallen med sina pilastrar för takbågarna och för bottenbjälklaget. Överföringen av vertikala laster till nya stålpelare och pålfundament har projekterats med komplicerade stålavväxlingar som kallades för "kronor". En lokal urtagning av kallmur under pelare/pilastrar skulle ske med urtagning av nischer och temporär avvaxling av vertikallast till intilliggande kallmur. Denna metod visade sig inte fungera, på grund av grundmurens mycket dåliga kvalitet. Metoden ändrades därför i samråd med SKANSKA och beställaren Jernhusen till pålning från Centralhallen. Pålningen utfördes nattetid för att inte påverka stationens verksamhet. Stålrörspålar beräknades för två olika funktioner och olika knäcklängder. Pålarna fungerade som pelare under rivningstiden. Efter gjutning av nya pålfundament och installationen av stålpelare har pålarna fungerat som vanliga stödpålar. Avväxlingen av Västra Muren fungerade väldigt bra. Nu finns inga murrester kvar och man har frilagt mycket utrymme i källarvåningen för både teknikerum och butiker.

AVVÄXLING OCH RIVNING

Det mesta av Östra muren som bar pelarna och takbågar i Centrallhallen på östra sidan har avvaxlas och rivits under ombyggnationen på 50-talet. Resten skulle avvaxlas och grundförstärktes under denna entreprenad. En liknande konstruktionslösning som för Västra muren tillämpades, med pålning uppifrån och pålar som arbetade temporärt som pelare. Viss skillnad förekommer dock när det gäller hur själva stålavväxlingarna projekterades. Dessutom var området mellan Östra muren och Hus A outgrävt, vilket ytterligare försvårade arbetet. Först efter



Pålning i nisch, Hus A.



Utgrävningarna och grundförstärkning av Hus B under trapporna till "Hyllan" samt bottenplattan under lokalen där McDonald's ligger.



Avväxling av Västra Muren.



Utgrävning vid Östra Muren.

en väldigt omfattande utgrävning och bortforsling av jordmassor kunde man inventera och studera befintliga konstruktioner och projektera konstruktionslösningar.

KONTROLLER UNDER ARBETETS GÅNG

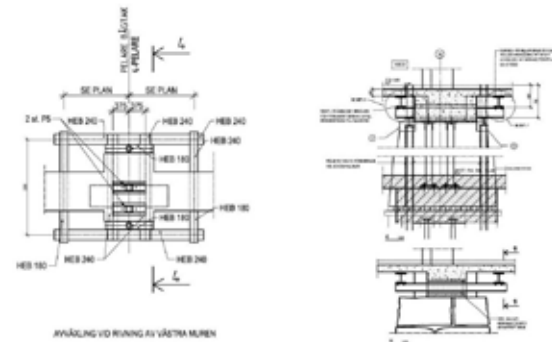
Under hela grundförstärkningsentreprenaden har man kontrollerat sättningar genom regelbundna avvägningar, man har kontrollerat vibrationsnivåer, förändringar av sprickvidder för befintliga sprickor, uppkomst av nya sprickor och grundvatten nivåer. Alla dessa kontroller utfördes i enlighet med Teknisk Beskrivning och respektive kontrollprogram.

Grundförstärkningsentreprenaden av Stockholms Centralstation tog nästan fyra år. Det finns inte något liknande referensprojekt förmodligen vare sig med jämförbar omfattning eller svårighetsgrad. Hela entreprenaden utfördes medan Stationen var i drift. Inga avbrott av pågående verksamhet var möjliga. Stationen passerades dagligen av nästan 250 000 resenärer och besökare och ingen störning av detta flöde var acceptabelt. Detta ställde höga krav på alla inblandade i projektet, inte minst på projektering av provisorier som möjliggjorde att stationen fungerade som "vanligt".

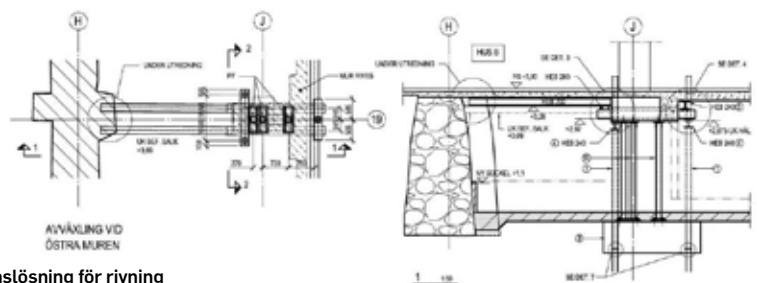
PROJEKTERING I REALTID

Beskrivna exempel är bara en liten del av lösningar som tillämpades i grundförstärkningsprojektet. Många "översraskningar" påträffades, under pågående arbete, i form av gamla värmekassuner som helt saknade grundläggning, plattor under Hus B och "hyllan", som inte var fribärande utan behövde konstrueras på nytt som fribärande och med ny grundläggning. Man påträffade dåliga kallmurar, rivningar eller lösningar som utfördes i tidigare entreprenader och inte fanns redovisade. Nästan inga relationshandlingar fanns att tillgå och detaljprojekteringen utfördes först efter utgrävning och

Konstruktionslösning för rivning och avvägling av Västra muren.



Konstruktionslösning för rivning och avvägling av Östra muren.



inventering på plats. Det ställde höga krav på alla inblandade i projektet - konsulter, entreprenören och bygglidningen. Sweco Structures hade under stor del av entreprenaden en handläggare på plats för att kunna fånga upp alla frågor, reagera i tid och inte försena den pågående entreprenaden. Projektering i realtid eller "on line" som vi kallade det var ofta krävande men också stimulerande. Tillämpade lösningar var ofta väldigt kreativa och platsspecifika.

Erfarenhetsmässigt kan man summera att detta var bara möjligt att klara genom en aktiv närvaro på byggplatsen, ett väldigt nära samarbete med bygglidningen, beställaren och entreprenören samt, och absolut inte minst, att hela projekteringsgruppen på SWECO arbetade i projektet kontinuerligt under hela projektet. Det gjorde att man

skaffade sig en gedigen kunskap om byggnaden och dess kvalitéer och kunde reagera snabbt och kompetent. ■



EWA KARAWAJCZYK

Uppdragsansvarig
SWECO Structures

Ewa Karawajczyk är civilingenjör och Tekn. Doktor med doktors-examen från KTH, 2001. Ewa har mångårig erfarenhet främst av husbyggnad men även industri och stål projektering. Hon har stor erfarenhet av projektering i tidiga skeden och analys av olika stomsystem samt breda kunskaper inom området grundläggning och grundförstärkning. Ewa har varit uppdragsledare samt handläggare för stora och komplexa projekt. På meritlistan märks framförallt grundförstärkning och modernisering av Centralstation och ombyggnad och renovering av Nationalmuseum i Stockholm.