

## Arbeten för höjande av vattentrycket vid Malmö vattenledningsverk.

Af civilingenjör Ivar Wendt, Malmö.

Den terräng, hvarå Malmö ligger, är i stort sedt synnerligen plan. De lägre delarna af staden, hamnområdena, ligga på en höjd af 2 à 3 m öfver hafvets M. V. Y. Gamla stadens högst belägna delar ligga på +5 m och längre in från kusten mot Södervärn höjer sig marken till +11 m. Den högsta punkten inom stadsområdet är Kirsebergsbackar, där marken ligger +13 m.

På sistnämnda plats uppfördes år 1879 stadens äldsta vattentorn. Vid bestämmandet af dess höjd utgick man från dåtida byggnadssätt och ansåg sig hafva väl sörjt för vattentrycket i rörnätet, då högvattenytan i tornet förlades till +30 m och lågvattenytan till +27 m. Ett förhållande, som förminskade dessa siffrors effektivitet, var, att vattentornet var beläget i stadens östra utkant, närmast pumpverket vid Bulltofta. Härigenom pumpades icke vattnet genom rörnätet till tornet, utan reducerades trycket på grund af tryckförluster i rörnätet för stadens västra delar. Allt efter som som staden växte, och högre hus började uppföras, gjorde sig det otillräckliga vattentrycket allt mera kännbart. År 1902 uppfördes, för att i någon mån förbättra förhållandena, ett nytt mindre vattentorn vid Pildammarna. Detta var emellertid för litet och gjorde endast föga nytta.

Under början af 1900-talet genomgick Malmö en våldsam utvecklingsperiod och detta vållade, att förändringsarbetena vid vattenledningsverket icke längre kunde uppskjutas. Ur brandsäkerhetssynpunkt framställdes grava anmärkningar mot det otillräckliga vattentrycket och, särskildt sedan 1908 vattenklosetter börjat allmänt införas, hördes allt starkare klagomål från husägare och hyresgäster.

För afhjälpan af de öfverklagade förhållandena framlades år 1909 ett förslag till nödiga arbeten. Dessa bestodo i uppförande af ett nytt vattentorn, omläggning af vissa ledningar inom rörnätet, hvilka hade för små dimensioner, samt ombyggnad af pumpverkets vid Bulltofta maskineri. Förslagets utförande beräknades draga en kostnad af c:a 1 100 000 kr. På grund af beloppets storlek godkände visserligen stadsfullmäktige planen för arbetet, men anslogos medel endast för omedelbart erforderliga maskinella utvidgningar samt för vissa ledningars utförande. Vid olika tillfällen beviljades sedermera delar af det äskade beloppet, och i oktober 1913 beslöts utförandet af vattentornet samt öfvriga förut icke beviljade arbeten.

Dessa arbeten äro nu i hufvudsak utförda, och torde en redogörelse för pumpverkets ombyggnad samt för det nya vattentornet äga allmännare intresse.

---

*I originalartikeln beskrivs "Pumpverket vid Bulltofta". Den återges inte här, utan artikeln fortsätter med "Vattentornet".*

### Vattentornet.

Den plats, där vattentornet lämpligen kunde tänkas förlagd var antingen i södra delarna af staden, där markhöjden är c:a +11 m eller å Kirsebergsbackar, där markhöjden är c:a +13 m. Jämförande beräkningar visade, att på grund af rörnätets konstruktion det var ekonomiskt och tekniskt lämpligast välja den förstnämnda platsen, och har tornet byggts inom stadsdelen Södervärn å det staden tillhöriga kvarteret N:o 15 Paul.

Högreservoarens volym har bestämts till 2 300 m<sup>3</sup>. Detta tal kan ju sägas mera godtyckligt valdt. Om vattentillgången vid pumpverket och dettas kapacitet äro tillräckligt rikliga, kan en högreservoar strängt taget undvaras. Exempel finnas ju också på att städer, t. ex. Amsterdam, valt denna metod vid vattenserveringen. En högreservoar af tillräcklig volym är dock en stor säkerhet och medför äfven den fördel, att pumpningen kan skötas mer ekonomiskt. Särskildt i Malmö, där den elektriska strömmen om natten betingar ett afsevärdt lägre pris än om dagen har detta förhållande sin betydelse. Den valda cisternvolymen utgör c:a 15 % af beräknade maximidygnskonsumtionen år 1925.

Tornets höjd har bestämts med hänsyn tagen till de af *Städernas Allmänna Brandstodbolag* fastställda "fordringarna på vattenledning, som må anses vara ändamålsenligt inrättad för brandsläckning". De däri skäliga olämpligt och ofullständigt framställda krafven hafva omskrifvits så, att manometrisk trycket i ledningen vid gatuplanet under samtidigt uttagande af eldsläckningskvantiteten, 1 600 min. l, och maximikonsumtionen för annat ändamål allestädes skall uppgå till 30 m. På grund af denna fodran har h. v. y. i tornet förlagts på +50,0 m och l. v. y. på 42,8 m. Det är därvid att observera, att då vattenytan håller sig i närheten af +42,8 m, pumpning genom nätet alltid äger rum, hvarigenom trycket i ledningsnätet å exempelvis Kirsebergsbackar är större än 30 m trots marken endast ligger 29,8 m under lågvattenytan. Enligt dessa siffror kommer den högst belägna brandposten att ligga 33,4 m och den lägst belägna 43,4 m under m. v. y. i cisternen. Som jämförelse må nämnas, att medeltalet af motsvarande siffror för Sveriges 20 största städer är resp. 24,8 och 49,1 m.

Sedan dessa siffror blifvit fastslagna, återstod att bestämma tornets konstruktion och därvid i första hand huruvida cisternen borde utföras af armerad betong eller järn. Jämförande kostnadsberäkningar visade, att en armerad betongcistern blefve något billigare än järncistern. Dock beräknades kostnadsskillnaden till endast c:a 3 % af tornets totalkostnad. Praktiskt taget borde således härvidlag kostnadsfrågan icke afgörande influ-

era. Då det vidare var fråga om att utföra en ovanligt stor cistern på en höjd af c:a 30 m öfver marken samt på en grund, där sättningar, om också obetydliga, kunde befaras, ansågs järncistern ur säkerhetssynpunkt vara att föredraga. Slutligen är det icke uteslutet, att Malmö framdeles kan behöfva använda sig af mjukt sjövattnen, hvilket kan befaras angripa materialet i en betong-reservoar. Med hänsyn tagen till dessa förhållanden valdes en cistern af järnplåt.

Sedermera kostnadsberäknades olika typer af dylika cisterner, hvarvid system *Intze* visade sig ekonomiskt förmånligast, trots dess ganska dyrbara upplagsanordning. Cisternen projekterades utförd på en ring af armerad betong, uppbyren af 8 sträfvor af armerad betong, hvilka i sin tur hvilade på tegelmurverket. Sedan konstruktionen sålunda var bestämd, öfverlämnades det åt arkitekten att sätta tilltalande form på byggnaden.

Grunden där tornet är beläget, utgöres af mycket fast, gulaktig och grå lera med inblandade gruskörtlar. Detta lerlager, som har en mäktighet af 9 m, hvilar i sin tur på kalkberget. På sina ställen finnes dock däremellan ett ända till 2 m tjockt lager af mycket lös, vattenblandad kalkmörja. På grund af dessa förhållanden konsturerades grunden så, att minsta möjliga schaktning behöfde förekomma, hvarigenom det bärande fasta lerlagrets mäktighet blef större. På detta sätt ansågs grunden utan risk kunna belastas med c:a 2,5 kg/cm<sup>2</sup>. Kontrollberäkningarna gifva vid handen, att trycket vid full cistern uppgår till 2,43 kg/cm<sup>2</sup> eller, då vindtrycket äfven tages med i beräkningen, till 2,64 kg/cm<sup>2</sup>.

Vid schaktningens utförande iaktogs, att alla gruskörtlar bortgräfdes, hvarefter håligheterna fylldes med betong i blandning 1c : 6s : 8m. Själftva grundmuren utfördes af betong i blandning 1c : 4s : 6m och gafs i plan sedt formen af en ring. Grundens underkant armerades.

Själftva byggnadskroppen är utförd i tegel med sockeln af en höjd af 6 m, beklädd med granit. Påkänningen på murverket inberäknadt vidtryck uppgår till i max. 10 kg/cm<sup>2</sup>. Till beklädnadstegel har utvändigt användts tegel från *Hälsingborgs ångtegelbruk* och invändigt från *Böringe*. Till öfvrig murning har användts *Lomma* murtegel.

Verkställda undersökningar å teglets tryckhållfasthet hafva gifvet följande resultat vid prof af 10 stenar

	Tryckhållfasthet i kg/cm <sup>2</sup>		
	Medeltal	Sämsta prof	Bästa prof
Helsingborg	115	65	208
Böringe	326	245	437
Lomma	269	200	338

På grund af de låga värdena vid Hälsingborgsteglet och den ganska stora påkänningen ifrågasattes starkt att välja annat fasadtegel. Emellertid ansågs, att fasadteglets hållfasthet vid här förekommande stora mur-tjocklek var af mindre betydelse, hvarför man utan risk kunde välja nämnda tegelsort.

Tornets nedre del till 6,0 m höjd samt utkragningen murades i kalkblandadt cementbruk i blandning 3 (1c + 4s) + 1<sub>k</sub> + 3<sub>s</sub>, öfvriga delar i kalkbruk i blandning 1<sub>k</sub> + 3<sub>s</sub>. Det kalkblandade cementbrukets tryckhållfasthet befanns efter 7 dygn vara 73 kg/cm<sup>2</sup> och efter 28 dygn 105 kg/cm<sup>2</sup>. Motsvarande siffror för kalkbruket äro resp. 5 och 10 kg/cm<sup>2</sup>. Murverkets hållfasthet undersöktes på så sätt, att profkuber utfördes med 10 mm brukfogar, hvarefter kropparna trycktes efter 34 dygn. Murverkets tryckhållfasthet vid kalkblandadt cementbruk var i medeltal 200 kg/cm<sup>2</sup> och vid vanligt kalkbruk 97 kg/cm<sup>2</sup>.

Såsom försträfning af murverket tjänar dels det armerade betongbjälklaget på höjden +22,20, dels den kraftiga dragringen af nitad plåt på höjden +33,45. Bjälklaget på sistnämnda höjd hänger i ofvan befintlig armerade konstruktion.

Till all betong har användts grus från *Övedskloster*, hvilket i blandning 1c + 3s visat sig äga en tryckhållfasthet efter 7 och 28 dagar af resp. 265 och 359 kg/cm<sup>2</sup> och sålunda 37 % och 27 % bättre än normal-sand. Till den armerade konstruktionen, som uppbyr cisternen, där påkänningen å de spiralarmerade sträfvorna uppgår till 40 kg/cm<sup>2</sup> har användts cement från *Hellekis*; eljest har *Limhamns* cement användts. Makadamen har tagits från *Skärålid*. Vid profning af järnet till de armerade konstruktionerna har dess sträckgräns befunnits ligga mellan 2 330 och 2 990 kg/cm<sup>2</sup> och tänjbarheten har varierat mellan 29,2 och 32,7 %.

Vid de båda bjälklagen har en betongblandning af 1:3:3 användts.

Profkroppar af gjutningen visade efter 28 dagar en tryckhållfasthet af 160 à 186 kg/cm<sup>2</sup>, hvarvid emellertid profven förvarats under en temperatur endast obetydligt öfver fryspunkten.

Mellan bärbalkarna utgöres konstruktionen af håltegel. Det undre bjälklaget är liksom bottenvåningens golf belagdt med betongplattor, hvaremot det öfre med tanke på svettvattnet från cisternen är täckt med asfalt och försedt med vattenaflopp.

Såsom redan i det föregående anförts, hvilar cisternen på en ring eller rättare på en reguljär 8-hörning af armerad betong, och som i hvarje hörnpunkt understödes af snedställda spiralarmerade betongstöd. Dessa sträfvor hvila i skor af järn på tegelplattorna, och den genom den sneda uppställningen uppkommande horisontalkraften upptages af en i betong ingjuten kraftig dragbalk, utbildad af vinkeljärn och plåt samt vid hvarje pelare förankrad i ofvannämnda sko. Denna ring tjänar, som förut framhållits äfven till förstyfning af murarna. Betongblandningen i dessa konstruktioner är 1c + 1½s + 3m. Hela konstruktionen utfördes under loppet af 36 timmar.

Profningen af gjutningen visade efter 28 dygn en tryckhållfasthet af 304 à 375 kg/cm<sup>2</sup> samt efter 90 dygn 442 à 505 kg/m<sup>2</sup>.

Det rum, där cisternen står, är i möjligaste mån skyddadt mot inträngande föroreningar. Vid bjälklaget +33,45 afstänges trappan medelst en dörr. Fönsterna i rummet äro försedda med förtent metalltrådsduk och öfver cisternen finns ett innertak i form af en kupol, utförd i armerad betong. Denna kupol skyddar jämväl takkonstruktionen mot fukt från cisternrummet.

Yttertaket utgöres af kopparplåt, vägande 7,2 kg/m<sup>2</sup> hvilande på underpanel af 32 mm hyflade och spåntade bräder. Underpanelet uppbäres af träsparrar, fästade på järntakstolen. För att underhålla trävirket friskt har ventilationshål anbringats i kopparplåten.

Invändigt i tornet äro väggytorna afslammade med kalkbruk. Fönster äro placerade i tillräcklig mängd för tornets belysning; särskildt är cisternrummet väl upplyst. Ända upp till cisternens öfverkant leda bekväma trappor af betong.

Cisternen cylindriska del har en inre diameter af 18 m och en höjd af 8,15 m. Plåttjockleken är 8 à 14 mm. I cisternens botten är plåttjockleken 10 à 18 mm. Cisternens nedersta del är utbildad till en 0,3 m hög fot af vinkeljärn och plåt. Under denna och på den bärande armerade konstruktionen är inlagd en 4 mm tjock blyplåt. Cisternen är invändigt målad med siderosten och utvändigt med rostskyddsfärg.

Öfver cisternen löper en brygga i fackverkskonstruktion. Vid denna är vattenståndsvisarens afsändningsapparat fästad. Härifrån registreras vid Bulltofta och å vattenledningsverkets kontor.

Såsom till- och aflopp tjänar ett 375 mm järnrör. För erhållande af bättre cirkulation finnes i cisternen midt emot tilloppet äfven en afloppsledning, men dessa förenas ofvan öfversta bjälklaget till en ledning. Skulle mot förmodan cirkulationen visa sig mindre tillfredställande, kan konstgjord dylik anordnas. Såsom brädd- och bottenaflopp tjänar ett 250 mm järnrör. Till detta ledes äfven regnvattnet från taket genom invändiga stuprör.

I och för åskskydd äro koppartak och takstol metalliskt förbundna med cisternen.

För att kontrollera de formförändringar, som uppstodo, då cisternen fylldes med vatten, hafva mätningar utförts.

Vertikala rörelser iaktogs genom att mäta höjningen eller sänkningen af blylod vägande 5 kg upphängda i 0,75 mm ståltråd. Horisontella förskjutningar öfverfördes till vertikala genom lättroliga 90° vinklar. Genom häfstänger af trä förstörades rörelserna 10 gånger. Sättningar i grunden afvägdes å 4 st. metalldubbar i sockel 10 cm öfver markytan.

Cisternens kupolformade hjässa sänkte sig 2,4 mm för 2 300 tons belastning, men återtog sin ursprungliga form vid tömningen.

Å de spiralarmerade betongsträfvorna och dragbandet kunde med de använda mätninginstrumenten ej spåras några formförändringar.

Då cisternen fylldes, ökades belastningen å tegelmurverket i sektionen under dragbandet från 4,4 till 9,0 kg/cm<sup>2</sup> och vid öfvergången till den granitklädda delen från 6,0 till 9,0 kg/cm<sup>2</sup> samt belastningen å leran från 1,9 till 2,43 kg/cm<sup>2</sup>. Denna belastningsökning medförde en sammanpressning af tegelmurverket af c:a 4 mm och af lergrunden 2 mm.

Kostnaden för tornet, inklusive cistern och rörledningar, uppgår till c:a 310 000 kr.

Beträffande tornets konstruktiva anordning har vattenledningsverket biträdts af professor *Henrik Krüger*, arkitekt har varit stadsarkitekten *S. Sörensen*. Byggnadsarbetet har utförts på entreprenad af byggmästare *J. A. Persson* och cisternen likaledes på entreprenad af *A.-B. Kockums Mek. Verkstad*.

Det högre trycket i vattenledningarna påsläpptes succesivt i stadens olika delar. För detta ändamål hade staden indelats i 5 afstängningsdistrikt, och sattes det första af dessa under det högre trycket den 6 mars. Sedermera utökades området för det högre trycket hvarje dag med ett distrikt, hvarigenom hela stadens rörnät den 10 var tillkopplat till det nya vattentornet. De läckor, som hittills konstaterats, äro:

den 7 ..... 1 st. å 250 mm hufvudledning  
den 10 ..... 1 st. å 150 mm hufvudledning  
den 11 ..... 1 st. å 38 mm servisledning  
den 12 ..... 1 st. å 150 mm hufvudledning  
den 13 ..... 1 st. å 38 mm servisledning  
den 14 ..... 1 st. å 200 mm dykarledning  
den 15 ..... 1 st. å 38 mm servisledning  
den 16 ..... 1 st. å 150 mm hufvudledning  
den 17 ..... 1 st. å 250 mm hufvudledning  
den 23 ..... 1 st. å 300 mm hufvudledning

Efter den 23 mars hafva förhållandena åter blifvit normala.

Å ledningar inom fastigheter har enligt inkomna rapporter från entreprenörer under tiden 6-15 upptäckts c:a 40 st. läckor.

Före tryckets påsläppande proftrycktes samtliga dykarledningar under kanalerna, hvarjämte de enskilda fastighetsägarna, där resp. ledningar kunde på grund af ålder eller andra orsaker befaras undermåliga, råddes proftrycka ledningarna med 80 m tryck. Inom 737 fastigheter utfördes dylik proftryckning och måste inom 137 af dessa reparationer å ledningarna utföras.