

Mark- och Miljödomstolen
Nacka tingsrätt
Box 1104
131 26 NACKA STRAND

Mål M 1425-12

KLAGANDE:

Svante Forsström
Renstiernas gata 38
116 32 Stockholm

ÖVERKLAGANDE 2014-03-06

- 1. Dom som överklagas:** Deldom 2014-02-13, mål nr M 1425-12. Tillstånd till anläggande av ny sluss och ny vattenregelring för Mälaren samt grundvattenbortledning mm i Stockholms kommun, Stockholms län.
- 2. Önskade ändringar (gäller var för sig):**
 - Upphävande av domen gällande åtgärder för klimatanpassning och avbördning i Söderström respektive Södertälje kanal, eftersom lösningen uppenbarligen inte uppfyller kravet på säkerhet mot översvämningar vid dimensionerande vattenstånd i Mälaren.
 - Ändring av domen med uppdrag till sökanden Stockholms stad att pröva alternativet att koncentrera den utökade avbördningen av Mälaren till Södertälje kanal i stället för till Söderström i Stockholm. Prövningen skall inbegripa en översiktlig geoteknisk undersökning som ger en bild av bergtäckningen under jord i området öster om Södertälje sluss, med syftet att klarlägga förutsättningarna för bergtunnlar i detta område.
 - Ändring av domen så att sökanden Stockholms stad åläggs att sanera (frys-muddra) de förorenade botten uppströms Södertälje sluss som hindrar att utflödet ökas till 370 m³/s genom slussen, samt även åläggs att erosionsskydda de stränder nedströms Södertälje sluss som måste skyddas för att medge att utflödet ökas till 370 m³/s genom slussen.
- 3. Grund för överklagandet:** Med den skisserade lösningen med bergtunnlar vid Södertälje sluss finns nu ett alternativ för Mälarens ökade avbördning som tidigare har saknats. Detta alternativ visar på stora fördelar jämfört med huvudalternativet, både på kort och lång sikt. Det finns därför skäl att kräva en seriös prövning av det nya alternativet, att koncentrera den nya avbördningen till Södertälje, innan besluten fattas om en stor ombyggnad av Söderström. Seriös samhällsplanering kräver utredande av alternativa lösningar. Detta saknas i stadens ansökan. Domen grundas på ett huvudalternativ och ett nollalternativ, vilket sammantaget inte ger någon fullödlig grund för beslut och domslut. Denna brist kan nu rättas till och det kan inte uteslutas att en prövning leder till slutsatsen att det nya alternativet är överlägset. Domen uppfyller inte det grundläggande kravet att ge säkerhet mot översvämning vid det dimensionerande flödet i Mälaren (med 10.000 års

återkomsttid). Det är en brist som sannolikt bara kan avhjälpas med den alternativa lösningen vid Södertälje kanal.

4. Omständigheter till stöd för prövningstillstånd:

- Av domens beskrivning av stadens ansökan framgår att den lösning domen gäller inte klarar av att möta utmaningarna i ett framtida klimat (rubrik 4.1, sid 38). Den alternativlösning som beskrivs i bilagan till detta överklagande klarar däremot framtida utmaningar inom ramen för det egna förslaget.
- Den nya avbördningen enligt domen möter översvänningsriskerna upp till och med ett 1.000-årsvattenstånd. Däremot klarar lösningen inte av det dimensionerande flödet, med 10.000 års återkomsttid (rubrik 4.7.3, sid 59). Det är ett helt nytt medgivande som innebär ett misslyckande för hela lösningen vid Söderström. De alternativlösningar som redovisas och beräknas i bilagan till detta överklagande utgår från tidigare uppgifter om att man klarade det dimensionerande flödet i stadens ansökan. De är därför beräknade med samma kapacitet som stadens ansökan för Söderström. Skillnaden är att lösningen vid Söderström redan har nått vägs ände, medan lösningen vid Södertälje kanal kan kompletteras för att ge skydd mot det dimensionerande flödet genom att man ger de nya bergtunnlarna en större kapacitet än den beräknade. Ett annat möjligt alternativ kan vara att redan från början komplettera med ytterligare en bergtunnel som ger skydd mot det dimensionerande flödet (i beräkningen är den tillkommande tunneln angiven som en framtida möjlighet för scenariot 2075).
- Illustrationen fig 11 (rubrik 4.7.4, sid 72) tyder på att domens fastställda nivå vid högvatten, +1,39 m i RH 2000, endast gäller flöden med 1.000 års återkomsttid. Det dimensionerande flödet med 10.000 års återkomsttid ligger närmare +1,5 m i RH 2000 enligt denna figur. Det antyder att domen inte uppfyller kravet på säkerhet mot det dimensionerande flödet. Om detta stämmer är det en oacceptabel brist både i ansökan och i domen. Med den alternativlösning vid Södertälje kanal, som beskrivs i bilagan till detta överklagande, går det att klara det dimensionerande flödet.
- I de redovisade domskälen (rubrik 11.2.1, sid 131) gör Mark- och miljödomstolen en bedömning där ett starkt behov av att öka avbördningskapaciteten från Mälaren blandas samman med en (tvingande) lokalisering till Karl Johansslussen. Man anger att det inte har framkommit någon bättre alternativ utformning av själva Slussen eller bussterminalen i Katrinaberget samt att "fördelarna därmed överstiger nackdelarna enl 11 kap 6§ miljöbalken och företaget således är samhällsekonomiskt tillåtlig". Detta argument motsägs av att det finns överlägsna alternativlösningar som inte lokaliserar avbördningen till Slussen och inte förlägger bussterminalen i Katarinaberget. Med den lösning som redovisas i bilagan till detta överklagande kan sannolikt hela den ökade avbördningen lokaliseras till Södertälje kanal. Söderström behöver inte byggas om alls och tidspressen lyfts från Stockholms stads Slussenprojekt. Avbördningens byggkostnad i sig är densamma vid Södertälje som vid Söderström, ca 0,9 miljarder, men det skulle utöver detta spara mycket tid och pengar i Slussenprojektet när ansträngningarna för Mälarens ökade avbörd-

ning lokaliseras till en annan plats. Det är skäl nog för en seriös prövning av alternativlösningen vid Södertälje.

- I domskälen gällande klimatanpassning (rubrik 11.2.1, sid131) medges att det föreligger stor osäkerhet om hur höga vattennivåerna kommer att vara i Östersjön år 2100. Ändå anser domstolen att det inte föreligger någon bristande klimatanpassning, trots att lösningen står och faller med att ansökan har gissat rätt om 100 års framtida utveckling av havsnivåhöjningen. Domstolen "anser sig kunna lägga" SMHI:s utredning till grund för bedömningen. Det är en svag motivering av en svag ståndpunkt. Framtida anpassning ligger utanför ramen för den aktuella ansökan och domen. Lösningen vid Södertälje, som visas i den alternativlösning som beskrivs i bilagan till detta överklagande, möter den framtida klimatanpassningen inom ramen för det egna förslaget och kan fortlöpande smidigt anpassas till den kommande havshöjningens verkliga förlopp.
- I domskälen gällande ökad avtappning vid bl a Södertälje kanal (rubrik 11.2.1, sid132) anges att beaktande av sjöfartens intressen och föroreningssituationen i sediment uppströms Södertäljeslussen gör att denna lösning inte framstår som ett bättre alternativ än stadens förslag med avtappning vid Söderström. Såsom framgår av den alternativlösning vid Södertälje kanal, som beskrivs i bilagan till detta överklagande, kommer man med säkerhet att någon gång släppa på fullt utflöde i Södertälje kanal. Om man då inte har sanerat de giftiga sedimenten i kanalen kommer gifterna att spridas inom Södertäljes stadsområde för att sedan spolats ut i havet och förgifta det marina livet i anslutande delar av Östersjön. Att lämna sedimenten på plats är därför oansvarigt. Mot bakgrund av att man inte klarar av det dimensionerande flödet i den nya avbördningen blir saneringen av förgiftade bottnar ännu viktigare. Det behöver inte ens uppstå något fel för att man ska tvingas släppa på vattnet genom Södertälje sluss, det kommer att inträffa vid dimensionerande flöde i Mälaren. Efter sanering av bottensedimenten och strandskoning nedströms kanalen blir det möjligt att släppa ut 370 m³/s genom Södertälje sluss i stället för 70 m³/s. Det ger ett omedelbart skydd mot höga flöden med upp mot 100 års återkomsttid, ett skydd som kan vara på plats tidigare än ombyggnaden av Söderström. Genom komplettering med bergtunnlar enligt bilagda alternativlösning kan man få skydd mot dimensionerande flöden. Dessutom kan bergtunnlarna ta hand om avbördningen vid övriga högvattensituationer, så att Södertälje sluss under tiden kan användas av sjöfarten. Detta är ytterligare skäl till att ändra domen med krav på en seriös prövning av den alternativlösning vid Södertälje kanal som beskrivs i bilagan till detta överklagande.

5. Bevis som åberopas, med hänvisning till pkt 3 och 4 ovan:

Se bilagor:

- Ökad avbördning vid Södertälje i stället för vid Söderström, beskrivning och flödesberäkningar.
- Kartbilagor.

Stockholm den 06 mars 2014



Svante Forsström
Arkitekt SAR MSA

Bilaga, text:

- Ökad avbördning vid Södertälje i stället för vid Söderström. Beskrivning och flödesberäkningar. Klas Cederwall och Svante Forsström, 2014-03-06

Bilagor, kartmaterial:

- Södertälje kanal med omgivning. Skisserad sträckning och profil för bergtunnlar öster om slussen. Illustrationskiss på sjökort skala 1:12.500.
- Södertälje kanal med omgivning. Antagna bergnivåer under jord, markytans topografi och brunnslägen. Nivå på berg i dagen samt i borrhål. Illustrationsskiss.
- Tunnelprofiler, illustrationer till flödesberäkningar
- SGU kartvisare Jordarter, utskrift, med höjdkurvor (angiven jordart avser översta 5 m under mark)
- SGU kartvisare Brunnar, utskrift från interaktiv hemsida
- Terrängkartan, Södertälje kanal med omgivning, delförstoring

ÖKAD AVBÖRDNING VID SÖDERTÄLJE I STÄLLET FÖR VID SÖDERSTRÖM

0. SLUTSATSER

Hela den ökade avbördningen av Mälaren kan tas ut vid Södertälje i stället för vid Söderström (dagens klimat, 2020). Komplettering behövs endast vid Hammarbykanalen. Söderström behöver över huvud taget inte byggas om, vilket ger stora besparingar i tid och pengar. Slussenprojektet kan genomföras utan tidspress. Geoteknisk undersökning vid Södertälje kanal ger visshet. Se sid 7.

Kostnaden för nya bergtunnlar vid Södertälje är ca 0,9 miljarder. Det är samma kostnad som de planerade vattenarbetena vid Söderström, som lösningen vid Södertälje helt kan ersätta. Se sid 13.

Hela Mälarens avbördning kan tas ut vid Södertälje i ett framtida klimat med högre havsvattenstånd (2075). Man kan låta Mälaren stiga i takt med havet och behålla ett naturligt fall i utloppet. Se sid 9.

En alternativ lösning med bibehållet naturligt fall i utloppet (2075) och fallhöjd 100 cm vid högvatten: Mälarens högsta nivå vid dimensionerande flöde kan hållas ned till 28 cm över motsvarande flöde enligt Stockholms stads Slussenprojekt. Med denna lösning vid Södertälje behöver normalvattenståndet i Mälaren i princip bara höjas med 10 cm när havet höjs 50 cm, med bibehållet fall 30 cm i utloppet (men med årstidsvariationer i vattenståndet). Se sid 10.

Södertälje: Beräkningarna visar att det med lösningen vid Södertälje finns säkerhetsmarginaler mot fortsatt havshöjning utöver +50 cm (landhöjningen frånräknad), med bibehållet naturligt fall i utloppet.

Slussenprojektet: Med fortsatt havshöjning utöver +50 cm (landhöjningen frånräknad) kommer Slussenprojektets fixering vid Söderström i stället att medföra att hela Mälarens flöde för all framtid måste pumpas över en skyddsbarriär ut i havet.

Tunnelbanan vid station Gamla stan ligger i riskzonen för översvämning vid vindnivellering i Mälaren vid högvatten eller om något fel uppstår i Mälarens avbördningssystem. Det hotet kan bara avhjälpas med en ny lösning, som en tunnelbanetunnel under Söderström. Den nya regleringen är inte tillräcklig. Tunneln kan samordnas med varje tänkbar lösning vid Slussen, där ett utrymme i nedre plan kan grundläggas och avväxlas med tillräckliga mått för att senare kompletteras med spårtunneln. Järnvägsplan och vattendom för tunnelbanetunneln under Söderström kan vänta, så att Slussen kan byggas upp och den nya utbyggda avbördningen vid Södertälje kanal kan vara i drift innan man påbörjar tunnelarbeten i Söderström.

1. BAKGRUND

1.1 Mälaren

Mälarens area är 1.096 km², vattenvolymen är 14,3 km³ och medeldjupet är ca 12,8 m, största djup 76 m. För att bestämma vattenståndet i Mälaren och Östersjön används flera olika höjdsystem parallellt. "Mälarens höjdsystem" utgår från västra slusströskeln i Karl Johanslussen i Söderström och anger vattenytans nivå över tröskeln (som följer med landhöjningen i Stockholm). Många utredningar under senare år använder sig av höjdsystem "RH 00", som baseras på medelvattenståndet i Saltsjön år 1900. "RH 2000" är i stället anpassat till en internationell nivålikare som finns i Rotterdam och är

Ökad avbördning vid Södertälje ersätter ombyggnad av Söderström i Stockholm

enligt beslut 2013 det gällande höjdsystemet i Stockholm (medan Sjöfartsverket fortfarande använder alla tre höjdsystemen). RH står för Rikets höjdsystem och det har funnits flera föregångare (RH 1860, RH 00, RHB 70). Alla höjdsystemen mäter i m över olika nollpunkter och kan därför överslagsmässigt omräknas inbördes.

Sjöns yta ligger ca 70 cm över havet, på normalnivån +4,17 m i Mälarens höjdsystem, + 0,33 i höjdsystem RH00, +0,86 m i höjdsystem RH 2000. Havets medelvattenstånd är +3,48 m i Mälarens höjdsystem, -0,36 m i RH 00, +0,17 i RH 2000. Det finns två områden med utlopp ur Mälaren, i Stockholms innerstad och i Södertälje kanal. Det totala utflödet är idag ca 800 m³/s, varav ca 70 m³/s i Södertälje.

I Stockholm är utflödet uppdelat på flera utlopp: Norrström ca 255 m³/s, Stallkanalen ca 125 m³/s, Söderström ca 300 m³/s (varav Karl Johanslussen 160 m³/s och Nils Ericssons slusskanal 130 m³/s) samt Hammarbysslussen ca 70 m³/s .

För att motverka risken för översvämning i Mälardalen vid höga flöden i sjön behöver utflödet öka med 1200 m³/s, till totalt 2000 m³/s. Behovet anses vara lika stort i dag som i ett framtida varmare klimat. I Stockholms stads Slussenprojekt vill man ta ut så gott som hela ökningen vid Söderström. Kostnaden för dessa vattenarbeten i Söderström anges till 0,9 miljarder. Utflödet ökar från ca 300 m³/s till ca 1400 m³/s i Söderström. Till detta kommer erosionsskydd vid Hammarbykanalen för 20 milj kr, som möjliggör att utloppet här ökas från ca 70 m³/s till ca 140 m³/s.

Mälarens högsta målnivå i den nya regleringen anges till +4,70 m i Mälarens höjdsystem, vilket är +0,86 m i RH 00 och +1,39 m i RH 2000.

1.2 Översvämningsrisk i tunnelbanan

En kritisk tröskel för översvämningskydd finns vid tunnelbanestation Gamla stan, på nivån +5,09 m i Mälarens höjdsystem, +1,25 m i RH 00, +1,78 m i RH 2000. Om vattnet stiger över den nivån riskerar tunnelbanetunnelnarna mot T-centralen att vattenfyllas. Vattnet stiger upp mellan rälsen och in över framkanten på ett vattentätt spårtråg av betong, vilket är mycket svårt att värja sig mot. Redan vid nivån +4,89 m i Mälarens höjdsystem, +1,05 m i RH 00, +1,58 m i RH 2000 stiger vattnet upp i den porösa spårbädden utanför det vattentäta spårtråget och det blir inskränkningar i tunnelbanetrafiken, tågen kan inte heller stanna vid denna station. Som skydd mot översvämning finns vid station Gamla stan lågteknologiska säkerhetssystem, vars huvudnummer är att SL:s personal ska springa ut och montera små träskärmar mellan rälsen för att höja tröskeln för inrinnande vatten. De läckande träskärmarna kompletteras med små pumpar som också ska placeras ut manuellt. Trafiken måste stängas av helt. Om de manuella systemen inte fungerar finns gamla katastrofportar nere i tunneln mot T-Centralen, som är avsedda att kunna stänga av hela tunnelprofilen. Om vattnet då ändå inte stoppas före station T-Centralen kan både stationen och gröna linjen bort mot Hötorget och röda linjen ända bort mot Gärdet respektive Stadion bli översvämmade. I farozonen ligger också den blå linjen och den nya pendeltåg tunneln. Båda har gemensam station med gröna och röda tunnelbanelinjerna vid T-Centralen och ligger längre ned i berget, vattnet kommer alltså att naturligt söka sig nedåt i systemet.

Med Mälarens nya målnivå är säkerhetsmarginalen mot kraftiga trafikstörningar bara 19 cm, mot översvämning i tunnelnarna inte mer än 39 cm. Om någonting någon gång går fel i Mälarens

avbördning – och det kommer det att göra – är risken mycket stor att tunnelbanan översvämmas genom att vattnet rinner in över tråγκanten vid station Gamla stan. Eftersom vattnet vid hård västlig vind också kan stiga upp till 50 cm genom vindnivellering i Mälaren (på samma sätt som på Saltsjösidan, se avsnitt 1.3), ligger tunnelbanan vid station Gamla stan i farozonen både för trafikstörningar och för översvämning redan vid normala högvatten i Mälaren. Samma utsatta läge har järnvägen i sin passage över Riddarholmen, där tröskeln för stopp i trafiken ligger på +5,01 m i Mälarens höjdsystem, +1,17 m i RH 00, +1,7 m i RH 2000. Även järnvägen kan vara i farozonen vid vindpåverkan under högvatten, även om det är oklart om den skyddas av omkringliggande högre vägbanor och kajer eller om vattnet stiger upp mellan spåren.

Det betyder att avbördningen vid Söderström inte kan leva upp till en av sina grundläggande målsättningar, att skydda vital infrastruktur. Detta är ännu ett skäl till att pröva en annan lösning, vid Södertälje.

I själva verket utgör stationens konstruktion vid Gamla stan också en spärrdam, med mycket stort vattenmagasin uppströms (Mälaren) och mycket stora skaderisker nedströms (tunnelbanans tunnlar och station T-centralen, samt via station T-Centralen också den nya pendeltågtunneln). Stationen är inte byggd för att uppfylla moderna krav på en spärrdam. Det vattentäta spårtråget är kort och väldigt tunt och det går inte att enkelt bygga om eller komplettera tråget eller tunnlarerna så att de uppfyller kraven. Det skulle krävas stora ingrepp i omgivningen med jordvallar eller kraftiga betongkonstruktioner. Utrymmet saknas, bl a mot järnvägen. Hela tunnelbaneanläggningen vid station Gamla stan är helt enkelt utdaterad. Länsstyrelsen har också efterlyst höjda nivåer på tunnelmynningar i området. Stadens slussenprojekt uppfyller inte det kravet.

(Referenser: Klimat- och sårbarhetsutredningen SOU 2006-94, Stockholms stads Slussenprojekt – bl a material utdelat vid domstolsförhandling, Sjöfartsverkets hemsida, SL utredning 2010-12-17 med bilagor, MSB: Konsekvenser av en översvämning i Mälaren-bilagerapport maj 2012, Miljödom M 1425-12)

1.3 Havshöjning och landhöjning

Med den pågående globala uppvärmningen kommer det att uppstå problem med stigande havsnivåer på många platser runt jorden. Det gäller även alla södra Sveriges kuster och Mälarens möte med havet är inget undantag. Processen bromsas i delar av Sverige genom den pågående landhöjningen, som i Stockholmsområdet är 50 cm per 100 år. Landhöjningen blir svagare ju längre söderut man kommer. Det stigande havet har redan gått förbi landhöjningen i en linje i höjd med Norrköping och gränsen flyttas hela tiden norrut. När havets medelvattenstånd vid Mälarens utlopp har stigit 50 cm över dagens nivå (till +3,98 m i Mälarens höjdsystem, +0,14 m i RH 00, +0,67 m i RH 2000) upphör dynamiken i utloppet att fungera och det blir översvämningar i Mälardalen vid höga flöden. Samtidigt ökar risken för att Saltsjöns vatten ska tränga in i Mälaren och förstöra dricksvattnet för mer än 2 miljoner människor. När havet når den nivån måste redan en ny lösning finnas på plats.

Även för Stockholms kajer finns en brytpunkt när havet har stigit 50 cm. Kajerna är ca 2 m höga och Saltsjöns naturliga variation kan tillfälligt ge 1 m högre vattenstånd än normalt. Till det ska läggas risken för vindnivellering vid hård östlig vind, som kan snedställa vattenytan så att den stiger

ytterligare 50 cm, summa 1,5 m tillfälligt högre vattenstånd i Saltsjön. När havet har stigit 50 cm måste det därför finnas en barriärlinje på plats, t ex i Stockholms inre skärgård, som ger skydd mot höga vattenstånd men kan stå öppen vid normala förhållanden. När havet stiger ytterligare blir barriären permanent stängd och all sjötrafik passerar genom slussar.

Vid Södertälje finns redan grundstrukturen till en barriär, i form av Södertälje kanal och sluss. Vid behov kan kanalens och slussens väggar höjas för att klara högre vattenstånd. Som skydd för staden Södertälje behöver man komplettera med invallande hamnpirar, t ex över över Maren, och stadens hamnar och industriområden behöver höja sina kajer för att fungera med ett högre vattenstånd i havet. Pirar eller mindre invallningar behövs också vid omkringliggande mindre samhällen, av samma typ som man i en nära framtid kommer att bygga längs södra Sveriges kuster. I sammanhanget är detta mycket begränsade åtgärder. Motsvarande insatser kan förutses även inne i Mälardalen, men det är ännu oklart när det kan bli nödvändigt.

Även en barriär för hela Östersjön diskuteras, med placering i Öresund och Bälten. En sådan barriär fungerar väl så länge det bara är extrema högvatten man ska skydda sig mot. När det blir permanent högre vattenstånd i Nordsjön än i Östersjön blir det mer oklart. Ska Östersjön bli en sötvattensjö vars hela flöde pumpas ut i Nordsjön? Vem bygger de gigantiska pumparna, hur mycket energi drar de och vem tillhandahåller den? Det är inte särskilt förutseende att göra sig beroende av en så osäker lösning.

(Referenser: Stockholms stads Slussenprojekt, Länsstyrelserna runt Mälaren 2013: Mälarens och Saltsjöns framtid i ett brett perspektiv)

1.4 Södertälje kanal

Sjöfartsverket kommer att bygga om Södertälje kanal och sluss och muddra upp farlederna, för att öka kapaciteten att ta emot större tonnage. På köpet får man en större avbördningskapacitet i kanalen, den ökar med 300 m³/s till 370 m³/s. Förutsättningen för att utnyttja den högre kapaciteten är att man sanerar industriförorenade bottenar i kanalen samt att man erosionskyddar stränder nedströms kanalen. Men den kostnaden är man uppenbarligen inte beredd att ta, i stället ska förorenade muddringmassor återdeponeras i kanalen. Även i fortsättningen ska endast 70 m³/s tillåtas i utflödet. Kanske är det inte Sjöfartsverket eller Stockholms stad som lägger hinder i vägen, Södertälje kommun har uttalat att det är bäst om de förorenade sedimenten utanför Snäckvikskajen får ligga kvar orörda, trots att man samtidigt uttalar oro för att föroreningarna kan röras upp av ökad båttrafik. Det är en märklig och ogenomtänkt inställning som inte kan ha beaktat konsekvenserna för hela Mälarens nya reglering. Om det uppstår ett skarpt läge med problem i Mälarens avbördning under högvatten kommer man ändå att släppa ut den vattenmängd man behöver, även i Södertälje kanal. Då spolats gifterna upp i Södertäljes innerstad och via slussen vidare ut i havet, de utsatta stränderna sköljs bort och besparingen omvandlas till en mycket stor extrakostnad.

En ökning av avbördningen med 300 m³/s motsvarar en sänkning av Mälarens yta med ca 50 cm vid höga flöden i sjön, i dagens klimat. Med en samtidig utbyggnad av kapaciteten vid Hammarbykanalen säkerställs sänkningen med 50 cm. Det ger omedelbar säkerhet mot alla normala högvatten Mälaren, med upp till 100 års Återkomsttid. Men denna möjlighet väljer Slussenprojektet medvetet bort till förmån för större ingrepp inom Slussenområdet. Orsaken är oacceptabel: att man inte vill eller

hindras från att sanera förorenade botten som riskerar att spolats ut i havet vid höga vattenflöden i Södertälje kanal. Men en sak är säker och kan förutsägas redan nu: någon gång kommer vattenflödet att vara så stort att gifterna spolats ut, det är bara en tidsfråga innan det sker. Det är Stockholms stad som råder över alla Mälarens utlopp och fördelningen av de olika utflödena. Det är därför Stockholms stad som ansvarar för denna kortsiktiga miljö- och hälsoskadliga politik, en tickande miljöbomb som riskerar att brisa över våra barn och barnbarn.

(Referenser: Klimat- och sårbarhetsutredningen SOU 2006-94, Stockholms stads Slussenprojekt, Sjöfartsverkets projekt Södertälje sluss och farleder, WSP: Slutrapport miljöeffekter 2009-08-27, Södertälje kommuns Yttrande över Sjöfartsverkets underlag för samråd om Mälärprojektet 2013-05-02).

2. NACKDELAR MED AVBÖRDNINGEN VID SÖDERSTRÖM

Det finns en rad problem med de massiva ingreppen i Söderström och lokaliseringen av hela den ökade avbördningen till detta område.

- A. Mötet mellan Mälaren och Saltsjön i Stockholms innerstad är unikt. Sjön faller direkt ut i havet, vilket är oerhört ovanligt och knappast förekommer i någon annan huvudstad. Det magiska och unika i Stockholm vill man nu bygga om till det mest triviala man kan tänka sig: en vanlig flodmyning. Det medför mycket hårda ingrepp i en av rikets känsligaste kulturmiljöer, vattenrummen kring huvudstadens medeltida stadskärna. Om inte dessa ingrepp är oundvikliga och i avsaknad av alla tänkbara alternativ, kan de bara betecknas som ren vandalisering. Nu vet vi att det sannolikt finns ett bättre alternativ: utbyggda utlopp vid Södertälje. Det borde vara tillräckligt argument för att avstå från ombyggnaden av Söderström innan alternativa lösningar vid Södertälje kanal har prövats, bl a med en seriös geoteknisk undersökning.
- B. Under den tid Slussen byggs om kommer det att bli störningar i Mälarens avbördning i Söderström. Det kan leda till problem med förhöjda nivåer i sjön som drabbar markägarna runt Mälarens stränder. Om utbyggnaden av utflödet i stället flyttas till Södertälje blir ingreppen vid Slussen betydligt mindre. Inleder man dessutom med att öka kapaciteten i Hammarbykanalen så kompenserar det fullt ut för påverkan på flödet i Södertälje. Det omvända gäller också: om man ökar avbördningen i Södertälje kanal kan man sedan med större säkerhetsmarginaler komplettera med en ny toppmodern, översvämningssäker och utrymningssäker tunnelbanetunnel under vattnet i Söderström.
- C. Slussenprojektet förutsätter att man i framtiden ska pumpa hela Mälarens flöde upp över en fördämning ut till Östersjön (alternativt i Öresund). Det borde anses orimligt att i förväg inteckna ett sådant energibehov, om det finns någon annan möjlighet att tillgå. Vi vet nu att det med största sannolikhet finns en sådan möjlighet vid Södertälje. Där kan man fortlöpande säkerställa ett naturligt fall i utloppet.
- D. Det är sannolikt att en skyddande barriär mot havet måste kompletteras med en skyddande barriär också mot Mälaren, eftersom det kan visa sig nödvändigt att kunna höja sjöns nivå i

takt med att havet stiger. Om avbördningen koncentreras till Söderström nödgas man först låta vattnet rinna genom ett lägre stående vattenområde i Stockholms innerstad och innerskärgård, för att sedan pumpa hela flödet över barriären ut i havet. Hela den dyrbara och förstörande ombyggnaden av Söderström blir då helt meningslös, eftersom den nya breda flodmynningen kommer att ligga mitt i ett lågvattenområde som inramas av barriärer mot högre vattenstånd både i havet och i Mälaren. I det scenariot är det än mer självklart att i stället pröva att ta ut Mälarens avbördning med naturligt fall vid Södertälje. I Södertälje finns redan grundstrukturen till skyddande barriärer på plats, i form av Södertälje kanal och sluss.

- E. Slussenprojektets argumentation baseras hårt på en försäkran om hundraårig säkerhet mot problem med höga havsnivåer. Om hundra år menar man att Slussenområdet ändå kommer att byggas om igen. Beträffande den hundraåriga säkerheten hänvisar man till aktuella uppgifter om den globala uppvärmningen och den pågående globala havsnivåhöjningen från IPCC, FN:s klimatpanel. Det finns andra som tolkar IPCC uppgifter annorlunda och det finns forskare som har en helt annan bild, med snabbare havshöjningsförlopp. De hundra åren krymper snabbt ned mot 70-80 år eller i värsta fall ännu mindre. Insikten om havsnivåhöjningen är väldigt sen. Ännu i Klimat- och sårbarhetsutredningen 2006 lägger man ingen vikt vid stigande hav, det är klimatets påverkan på (bland annat) Mälaren från landsidan som man avhandlar. Slussens utformning härrör i allt väsentligt från tiden före 2006 och man har sedan på alla sätt försökt försvara den utformningen mot nya ogynnsamma fakta, såsom det stigande havet. Det var IPCC:s fjärde delrapport, som kom år 2007, som först satte det stora fokuset på den globala havshöjningen och man har kommit med ytterligare två rapporter sedan dess. Nya rapporter planeras vart 3-4:e år och i varje ny rapport tar man hänsyn till nya faktorer som har vunnit vetenskaplig status från att tidigare ha varit hypoteser. Det betyder att IPCC:s arbete är en konservativ färskvara, där man väntar med att ta in nyheter. Konsekvensen är att varje ny rapport hittills har inneburit en skärpning av prognoserna om uppvärmning och havsnivåhöjning. Faktorer som ännu inte har tagits med är t ex utsläppen av metangas från smältande permafrost i Sibiriens tundror, påverkan av ökande mängder vattenånga i atmosfären och risken för att stora landisområden kalvar ut i havet vid Antarktis och/eller Grönland. När dessa effekter tas in i beräkningarna kan man räkna med ytterligare uppräknningar av uppvärmning och havsnivåer. Mot den bakgrunden är det ohållbart att välja en av IPCC-rapporterna i den långa serien och basera 100 års planering på just den rapporten.

3. ÖKAD AVBÖRDNING VID SÖDERTÄLJE

3.0 Sjöfartsverkets kanalprojekt

Möjligheten att öka avbördningen i Södertälje kanal i samband med en planerad ombyggnad och hur mycket det kan sänka sjöns nivå vid högvatten omnämns redan i Klimat och sårbarhetsutredningen 2006. Här omtalas också att bottnar måste saneras och stränder erosionsskyddas för att tillåta det kraftigare vattenflöde som den nya slussen möjliggör. Erosionsskyddet kostnadsuppskattas till 300 milj kr. Sanering av bottnar kan jämföras med t ex Valdemarsviksprojektet, där man sanerar liknande

Ökad avbördning vid Södertälje ersätter ombyggnad av Söderström i Stockholm

industriförorenade bottnar för ca 250-300 milj kr. Med frysmuddring, som är en modernare metod, kan bottarna saneras utan grumling eller spill av giftiga sediment under muddringen. Kostnaden är något lägre än med traditionell muddring. Metoden anges av Naturvårdsverket som särskilt lämplig vid förorenade bottensediment.

När nu Sjöfartsverket har dragit igång projektet med ny sluss och fördjupad kanal och farled väljer man att inte lägga några pengar på bottensanering och erosionsskydd. I stället avtalar man med Stockholm stad om ett fortsatt maxflöde på $70\text{m}^3/\text{s}$, som idag, för att slippa ta hand om förgiftade bottensediment. Är det projektekonomin eller ettoreflekterat motstånd från Södertälje kommun som ligger bakom? Oavsett orsak förefaller det i ett större perspektiv att vara ett oacceptabelt och ogenomtänkt förhållningssätt.

Förr eller senare kommer vattnet vid något tillfälle att släppas på fullt ut i den nya slussen. Någon måste ta ansvar för att bottenmassorna då är sanerade och stränderna skyddade. De kostnader som inte tas av staten måste belasta Stockholms stads slussenprojekt, oavsett om man väljer utbyggnad vid Söderström eller i Södertälje. Konsekvenserna av ett stort momentant utsläpp genom Södertälje kanal är desamma i båda alternativen, därför är kostnaden lika oavsett om Mälarens ökade avbördning lokaliseras till Stockholms Söderström eller till Södertälje kanal.

Men det är inte heller orimligt att Slussenprojektet, Länsstyrelsen och Naturvårdsverket delar på saneringskostnaden i Södertälje. Saneringen handlar om människors hälsa och hot mot naturmiljön i kanalområdet och Östersjön (eftersom både kanalen och Mälarens avbördning är riksintressen kanske det är rimligt att Naturvårdsverket tar det största ansvaret).

Med bottensaneringen och strandskyddet blir det möjligt att ta ut ca $300\text{m}^3/\text{s}$ av Mälarens ökade avbördning vid Södertälje. Det betyder att ökningen av utflödet vid Söderström i Stockholm kan minskas från ca $1100\text{m}^3/\text{s}$ till ca $800\text{m}^3/\text{s}$, en minskning med nästan 30%. De fysiska ingreppen och kostnaderna vid Söderström kan reduceras i samma mån.

Men det finns ännu större vinster att göra än så! Den utökade kapaciteten i Södertälje kanal kan kompletteras med nya bergtunnlar för avbördningen. För att få visshet om den saken krävs några enkla provborrningar i närområdet vid Södertälje sluss.

(Referenser: Klimat- och sårbarhetsutredningen SOU 2006-94, Stockholms stads Slussenprojekt, Sjöfartsverkets projekt Södertälje sluss och farleder, WSP: Slutrapport miljöeffekter (om kanalen) 2009-08-27, Valdemarsviks kommun, Artikel i Bygg & Teknik 1:04 av Knutsson-Rostmark, Naturvårdsverkets rapport "Muddring och hantering av muddermassor" 2000-02-18)

3.1 Nya bergtunnlar vid Södertälje kanal, dagens klimat (ca år 2020)

Beräkning 1: se sidan 11

Vid Södertälje finns redan en barriär på plats, både mot Mälaren och mot havet, i form av Södertälje kanal. Kanalen med sina slussportar kan både höjas och fördjupas i takt med havsnivåhöjningens förlopp. Hela Mälarens ökade avbördning kan tas ut i Södertälje kanal, utan några förstörande ingrepp i känslig kulturmiljö.

Ökad avbördning vid Södertälje ersätter ombyggnad av Söderström i Stockholm

Den ökade avbördningen genom Södertälje sluss, tillsammans med ökningen vid Hammarbykanalen, gör det möjligt att sänka Mälaren ca 50 cm vid högvatten. Det ger säkerhet mot höga flöden i storleksordningen Återkomsttid på 100 år. För att klara höga flöden med en Återkomsttid på 1.000 år och det dimensionerande flödet med Återkomsttid på 10.000 år krävs en ökning av avbördningskapaciteten med ytterligare ca 800 m³/s.

En möjlighet som har blivit helt förbigången är byggandet av flera mindre bergtunnlar som kopplar förbi slussen i Södertälje kanal. Kanalen är dragen på platsen för en djup klyfta i urberget, mellan högre bergknallar. Klyftan och bergknallarna fylldes upp och rundades av genom isälvsavlagringar under den senaste istiden. Länge var detta ett sund in till havsviken som föregick Mälaren. Sundet grundades upp och blev land omkring år 600 e kr. År 1819 hade man grävt en kanal med sluss genom gruset, kanalen förnyades sedan 1924 och på 1970-talet. Omedelbart öster om Södertälje sluss ligger en brant kulle av isälvsmaterial (Kusens backe), med en kärna av urberg som går i dagen på kullens topp 50 m över havet.

Med utgångspunkt i kartvisare från Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), Jordarter och Brunnar, kan man få en uppfattning om geologin i området runt Södertälje sluss. Jordarterna anges med ytmaterial 5 m ned i marken, bl a berg i dagen, och brunnarna visas i sina lägen med angivande av djup till berg. Tillsammans med den topografiska kartans höjdkurvor ger brunnskartan en tydlig bild av djupet till berg i en mängd olika punkter. Dessa punkter kan sedan bindas samman med höjdkurvor som visar ungefär var bergnivåerna finns, t ex +0, +5 och +20 m över havet. Områden utan brunnar kan interpoleras för att ge en bild av en antagen bergnivå som tar stöd i plushöjderna på berg i omgivningen samt i huvuddragen i ytans topografi. Se kartbilagor.

Urberget i kullen öster om Södertälje sluss kan förutsättas stupa brant ned mot kanalen innanför grusytan och vara väl lämpat för bergtunnlar. Exakt hur bergtäckningen ser ut i området är lätt att fastställa med en enkel geoteknisk undersökning. Provboringar kan utföras från kajområdet, snett in i sluttningen öster om slussen. Provboringar kan också utföras lodrätt vid sidan av Grödingevägen. När bergets omfattning är fastställd kan bergtunnlarnas profiler anpassas och beräknas efter de exakta förutsättningarna.

Korta mindre bergtunnlar är billiga att bygga och ger stor effekt. Bifogade beräkningar undersöker vilka möjligheter som öppnar sig och slutsatserna är tydliga: Finns det berg går det att bygga en 500 m lång lutande bergtunnel som har 8,2 m bottendjup (samma som kanalen och farleden), vars inlopp ligger under Mälarens normalvattenstånd och vars utlopp ligger under Östersjöns medelvattenstånd. Fallhöjd vid högvatten 122 cm (+4,70/+3,48 m i Mälarens höjdsystem, +0,86/ -0,36 m i RH 00, +1,39/+0,17 m i RH 2000). Avbördningskapaciteten blir 277 m³/s och byggkostnaden ca 300 milj kr. Tre sådana parallella tunnlar ger en avbördningskapacitet på 831 m³/s och kostar ca 900 milj kr att bygga. Strömningshastigheten i kanalen blir 2,93 m/s när alla tre tunnlar och slussen samtidigt utnyttjas till sin fulla avbördningskapacitet. I varje tunnel blir hastigheten 2,68 m/s. Detta är fullt acceptabla strömningshastigheter på vattenflödet.

Ökad avbördning vid Södertälje ersätter ombyggnad av Söderström i Stockholm

Den sammanlagda avbördningskapaciteten i Mälarens utlopp blir då:

Norrström, Stallkanalen och Söderström, befintlig kapacitet	680 m ³ /s
Hammarbykanalen, befintlig kapacitet	70 m ³ /s
Hammarbykanalen utbyggd, tillkommande kapacitet	70 m ³ /s
Södertälje kanal och sluss, befintlig kapacitet	70 m ³ /s
Södertälje kanal och sluss utbyggda, tillkommande kapacitet	300 m ³ /s
<u>Södertälje kanal, bergtunnlar, tillkommande kapacitet</u>	<u>831 m³/s</u>
Summa	2021 m ³ /s

Kravet på en sammanlagd avbördningskapacitet på 2000 m³/s är uppfyllt, utan någon ombyggnad vid Söderström.

Kostnaden är densamma som för ombyggnaden av Söderström, ca 0,9 miljarder. Den stora tidspressen på Stockholms stads slussenprojekt lättar, när man inte längre är beroende av Söderströms ombyggnad för att klara Mälardalens säkerhet mot översvämning vid höga flöden. Ombyggnaden av Slussen i Stockholm blir billigare och enklare att planera och kan ta sin utgångspunkt i platsens skönhet och kulturvärden i stället för en okänsligt utschaktad flodmynning.

Fördelar och nackdelar med vattenstånden i denna lösning är identiska med Stockholms stads slussenprojekt.

3.2 Bergtunnlar vid Södertälje kanal, varmare klimat (ca år 2075), fallhöjd 122 cm

Beräkning 2, se sidan 13

I det framtida varmare klimatet när havet stiger bör det vara möjligt att låta Mälaren stiga i samma takt som havet och bibehålla 70 cm fallhöjd i utloppet vid normalvattenstånd och 122 cm fallhöjd vid högvatten. Det är då nödvändigt att möjliggöra en utbyggnad av avbördningskapaciteten vid Södertälje kanal, så att den kan ersätta utloppen i Stockholms innerstad. Utgångspunkt: havsnivån stiger 50 cm, fallhöjd vid högvatten 122 cm (+5,20/+3,98 m i Mälarens höjdsystem, +1,36 /+0,14 i RH 00, +1,89/+0,67 m i RH 2000).

För att öka kapaciteten i utloppet fördjupas kanalen och slussen till 14,2 m djup, både i Mälaren och i havet. De tidigare byggda bergtunnlarna fördjupas (nedåt) till 14 m höjd i tunnlar. Flödet i varje tunnel blir då 544 m³/s, sammanlagt 1.632 m³/s. Med slussens kapacitet på 370 m³/s blir det totalt 2.002 m³/s.

Vill man sedan öka kapaciteten kan man komplettera med ytterligare en tunnel, tillskott 544 m³/s, totalt 2.625 m³/s. Hastigheten i farleden blir då 3,70 m/s, hastigheten i varje tunnel 3,22 m/s.

Slutsats: Hela Mälarens avbördning kan tas ut vid Södertälje kanal i ett framtida varmare klimat med högre havsvattenstånd.

Som en reserv för framtiden kan också själva slussen byggas om och fördjupas för att medge ett större utflöde. Denna möjlighet kan mycket väl komma att väljas före det beräknade alternativet där man först kompletterar med en ny bergtunnel.

Med denna beräknade lösning i scenariot (2075) då Saltsjön har stigit 50 cm netto och Mälaren har stigit lika mycket, kan Stockholms innerstad behöva skyddas med en barriär mot Mälaren mot höga vattenstånd. Normalvattenståndet ligger ca 80 cm lägre än kajerna i Stockholm, men det dimensionerande vattenståndet ligger ca 30 cm lägre än kajerna och vattnet kan med vindpåverkan stiga upp 20 cm över kajkanten. Järnvägen över Riddarholmen och tunnelbanestation Gamla stan riskerar att översvämmas vid vindpåverkan under högvatten (om de inte har ersatts med andra lösningar före 2075). Andra städer och byggnader, industriområden, landområden, infrastruktur mm i Mälardalen påverkas ungefär lika mycket som vid ett 100-årsflöde i dagens reglering. På nivåer mellan +1,6 m och +2,2 m i RH 2000 påverkas 9% av befolkningen i Mälardalen av vattenståndet (Referens MSB: Konsekvenser av en översvämning i Mälaren-bilagerapport maj 2012).

3.3 Bergtunnlar vid Södertälje kanal, varmare klimat (ca år 2075), fallhöjd 100 cm

Beräkning 3, se sidan 14

I det framtida varmare klimatet när havet stiger kan man också pröva alternativet att låta Mälaren stiga i lägre takt än havet, med 100 cm fallhöjd vid högvatten (+4,98/+3,98 i Mälarens höjdsystem, +1,14/+0,14 i RH 00, +1,67/+0,67 m i RH 2000). Det betyder att den högsta nivån i Mälaren vid högsta, dimensionerande flöde blir endast 28 cm över det dimensionerande flödets nivå i Stockholms slussenprojekt. Detta trots att Slussenprojektet tvingas ligga kvar med Mälaren på dagens nivå och pumpa ut allt vattnet i havet, medan lösningen vid Södertälje låter Mälaren stiga i samma takt som havet och behåller ett naturligt fall i utloppet. Resultatet tyder på att Mälarens normalvattenstånd inte behöver hålla mer än 30 cm fallhöjd mot havet med bibehållen säkerhet mot översvämning vid höga flöden i sjön. Flödet i varje tunnel blir då 555 m³/s, sammanlagt 1.665 m³/s. Med slussens kapacitet på 370 m³/s blir det totalt 2.035 m³/s.

Vill man sedan öka kapaciteten kan man komplettera med ytterligare en tunnel, tillskott 555 m³/s, totalt 2.590 m³/s. Hastigheten i farleden blir 3,65 m/s, hastigheten i varje tunnel 3,32 m/s.

Som en reserv för framtiden kan också själva slussen byggas om och fördjupas för att medge ett större utflöde. Denna möjlighet kan mycket väl komma att väljas före det beräknade alternativet där man först kompletterar med en ny bergtunnel.

Med denna beräknade lösning i scenariot (2075) då Saltsjön har stigit 50 cm netto och Mälaren har stigit 10 cm, kan Stockholms innerstad behöva skyddas med en barriär mot Mälaren mot höga vattenstånd. Normalvattenståndet ligger ca 120 cm lägre än kajerna i Stockholm, men det dimensionerande vattenståndet ligger ca 50 cm lägre än kajerna och vattnet kan med vindpåverkan stiga upp till kajkanten. Järnvägen över Riddarholmen och tunnelbanestation Gamla stan riskerar att översvämmas vid vindpåverkan under högvatten (om de inte har ersatts med andra lösningar före 2075). Andra städer och byggnader, industriområden, landområden, infrastruktur mm i Mälardalen påverkas betydligt mindre än ett 100-årsflöde i dagens reglering, men något mer än av vattenståndet 2020 i den nya regleringen. På nivåer upp till +1,6 m i RH 2000 påverkas endast 1% av befolkningen i Mälardalen av vattenståndet (Referens MSB: Konsekvenser av en översvämning i Mälaren-bilagerapport maj 2012).

4.0 BERÄKNINGAR

Överslagsberäkning bergtunnel för utlopp av sjövatten ur Mälaren

Syfte: utröna om Mälarens behov av utökad avbördning kan koncentreras till Södertälje i stället för till Söderström.

Orsak: ingreppen och skadorna på känslig kulturmiljö blir mindre vid Södertälje och investeringen är lönsam även på lång sikt i ett nytt klimat med högre vattenstånd i havet.

Beräkning 1: utsläpp genom Södertälje kanal ökas från 70 m³/s till 370 m³/s, nya bergtunnlar dras förbi Södertälje sluss och avbördar sammanlagt minst 830 m³/s. Summa minst 1200 m³/s. Gäller dagens klimat ca 2020. Tunnlar med överkant under dagens vattenstånd i kanalen (både uppströms på sjösidan och nedströms på havssidan).

Beräkning 2: beräkning 1 kompletteras med ökad avbördning till sammanlagt 2000 m³/s genom Södertälje kanal och tunnlar. T ex genom fördjupning av bergtunnlarna + en tillkommande bergtunnel. Därutöver kan slussen byggas om och fördjupas. Gäller framtida klimat med högre vattenstånd i havet ca 2075.

Beräkning 3: beräkning 2 räknas om med minskad fallhöjd mellan Mälaren och havet vid dimensionerande flöde. Därutöver kan slussen byggas om och fördjupas. Gäller framtida klimat med högre vattenstånd i havet ca 2075.

Konsekvens: rening av förorenade bottensediment (miljöprojekt), erosionsskydd av stränder.

Prövning: godtagbar medelhastighet på flödet i tunnlar, godtagbar medelhastighet på flödet i Södertälje kanal uppströms och nedströms slussen.

4.1 BERÄKNING 1

4.1.1. Flödesberäkning, tunnel

Förutsättning:

Fallhöjd 1,22 m vid högvatten i Mälaren (dimensionerande flöde). Avdrag för mindre lokal inströmningsförlust av storleksordningen 0,15 *hastighetshöjden för tunnelflödet samt för en utströmningsförlust som är lika med hastighetshöjden för tunnelflödet. Djup i farled 8,2 m. Längd 500 m, Radie 6,4 m, Area 128,6 m²

Formler:

$$Q=A*M*R_h^{2/3} * I^{1/2}$$

$$\text{Hastighetshöjd} = U*U/2g$$

$$U=Q/A$$

$$I=F/L$$

Värden:

Q=Flöde m³/s, F = 1,22m, L = 500m, R = 6,4m, A =128,6 m², M=Mannings tal, 25 för sprängt berg, g=tyngdkraftsaccelerationen 9,81 m/s², R_h=hydraulisk radie m = våt tvärsnittsarea /våt perimeter m = 128,6/40,2=3,2

Ökad avbördning vid Södertälje ersätter ombyggnad av Söderström i Stockholm

In - utströmning: Hastighetshöjd = $U \cdot U / 2g$ $U = Q/A$

Inströmningsförlust $0,2 \cdot H_f$ Utströmningsförlust = H_f Summa höjdförlust $1,2 \cdot H_f$

$l = F/L$ fallhöjd/längd

Beräkning:

$$Q_1 = 128,6 \cdot 25 \cdot (128,6/40,2)^{2/3} \cdot (1,22/500)^{1/2} = 128,6 \cdot 25 \cdot 2,154 \cdot 0,049 = 339 \text{ m}^3/\text{s}$$

$H_f = 2,64 \cdot 2,64 / 2 \cdot 9,81 = 0,355$ Inströmningsförlust $0,2 \cdot 0,355 = 0,071$ Utströmningsförlust $0,355$ Summa $0,071 + 0,355 = 0,43$ m

$F_2 = 1,22 - 0,43 = 0,79$ m

$$Q_2 = 128,6 \cdot 25 \cdot (128,6/40,2)^{2/3} \cdot (0,79/500)^{1/2} = 128 \cdot 25 \cdot 2,154 \cdot 0,040 = 277 \text{ m}^3/\text{s}$$

$A = 128,6 \text{ m}^2$ översatt till rektangulärt tvärsnitt = $16 \cdot 8$ m

Tunnelbredd ca nominellt 16 m, i praktiken 18m

Tunnelhöjd 8 m (pilhöjd)

Summering idag = 2020

3 tunnlar * 277 = 831 m³/s	831 m³/s
Flöde i Södertälje kanal idag	70 m³/s
<u>Flöde i Södertälje kanal, tillkommer</u>	<u>300 m³/s</u>
Summa	1201 m³/s

<u>Avbördning Mälaren idag utom Södertälje</u>	<u>730 m³/s</u>
Summa	1931 m³/2

<u>Planerat tillägg vid Hammarbykanalen</u>	<u>70 m³/s</u>
Summa	2001 m³/s

Tillägg utbyggnad Slussen Söderström **0 m³/s**

4.1.2. Kontrollberäkning av flöde i tunnel, medelhastighet, idag (2020)

Formel:

$$v^2 = l \cdot M^2 \cdot R_h^{4/3}$$

$$v^2 = 0,00244 \cdot 25^2 \cdot (128,6/40,2)^{4/3} = 1,525 \cdot 4,7 = 7,16 \quad v = 2,68 \text{ m/s}$$

Slutsats: 2,68 m/s är en godtagbar hastighet på vattenflödet i tunnlar vid dimensionerande flöde (Återkomsttid 1:10.000 år).

4.1.3. Kontrollberäkning av flöde i farled, Södertälje kanal 2020, medelhastighet

Bredd 50m, djup 8,2m, flöde 1201 m³/2

$$v = Q/A \quad v = 1201 / 50 \cdot 8,2 = 2,93 \text{ m/s}$$

Slutsats: 2,93 m/s är en godtagbar hastighet på vattenflödet i farleden vid dimensionerande flöde (Återkomsttid 1:10.000 år).

4.1.4. Kostnad bergtunnlar idag (2020)

Jämförelse med spårtunnel i berg

Spårtunnel tvärsnitt ca 8x4,5 m: $A=36 \text{ m}^2$, $P=25 \text{ m}$ - kostar ca 205 milj kr/km färdiginjekterad (tätad)

Bergtunnel Södertälje, tvärsnitt ca 16x8 m: $A=128,6 \text{ m}^2$, $P=48,2 \text{ m}$

Kvot: $A1/A2=128,6/36=3,57$ $P1/P2=48,2/25=1,93$ vägd siffra: 3,0

$3*205 = 615 \text{ milj / km}$ 500 m lång tunnel kostar ca 308 milj kr

3 tunnlar á 500 m = 1,5 km $3*308 \text{ milj kr} = 924 \text{ milj kr} = \mathbf{0,924 \text{ miljarder}}$

4.2 BERÄKNING 2

4.2.1. Flödesberäkning, tunnel

Förutsättning:

Fallhöjd 1,22 m vid högvatten i Mälaren (dimensionerande flöde). Avdrag för mindre lokal inströmningsförlust av storleksordningen 0,15 * hastighetshöjden för tunnelflödet samt för en utströmningsförlust som är lika med hastighetshöjden för tunnelflödet. Djup i farled 14,2 m.

Längd 500 m, Radie 8,5 m, Area 224 m^2

Formler:

$$Q = A * M * R_h^{2/3} * I^{1/2}$$

$$\text{Hastighetshöjd} = U * U / 2g$$

$$U = Q / A$$

$$I = F / L$$

Värden:

$Q = \text{Flöde } \text{m}^3/\text{s}$, $F = 1,22 \text{ m}$, $L = 500 \text{ m}$, $R = 8,45 \text{ m}$, $A = 224 \text{ m}^2$, $M = \text{Mannings tal}$, 25 för sprängt berg,

$g = \text{tyngdkraftsaccelerationen } 9,81 \text{ m/s}^2$, $R_h = \text{hydraulisk radie } \text{m} = \text{våt tvärsnittsarea} / \text{våt perimeter } \text{m} = 224/53 = 4,23$

In - utströmning: $\text{Hastighetshöjd} = U * U / 2g$ $U = Q / A$

Inströmningsförlust $0,2 * H_f$ Utströmningsförlust = H_f Summa höjdförlust $1,2 * H_f$

$I = F / L$ fallhöjd/längd

Beräkning:

$$Q_1 = 224 * 25 * (224/53)^{2/3} * (1,22/500)^{1/2} = 224 * 25 * 2,59 * 0,049 = 710 \text{ m}^3/\text{s}$$

$H_f = 2,91 * 2,91 / 2 * 9,81 = 0,43$ Inströmningsförlust $0,2 * 0,43 = 0,086$ Utströmningsförlust $0,43$ Summa $0,086 + 0,43 = 0,516 \text{ m}$

$F_2 = 1,22 - 0,516 = 0,704$

$$Q_2 = 224 * 25 * (224/53)^{2/3} * (0,704/500)^{1/2} = 224 * 25 * 2,59 * 0,0375 = \mathbf{544 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$A = 224 \text{ m}^2$ översatt till rektangulärt tvärsnitt = $16 * 14 \text{ m}$

Tunnelbredd ca nominellt 16m, i praktiken 18m

Tunnelhöjd 14m (pilhöjd)

Summering i varmare klimat (2075)

3 tunnlar*544 m³/s	1632 m³/s
Flöde i Södertälje sluss	370 m³/s
Summa	2002 m³/s
Ny tunnel, tillkommer	544 m³/s
Summa	2625 m³/s

4.2.2. Kontrollberäkning av flöde i tunnel, medelhastighet, (2075)

Formel:

$$v^2 = I * M^2 * R_h^{4/3}$$

$$v^2 = 0,00244 * 25^2 * (224/53)^{4/3} = 1,525 * 6,8 = 10,37 \quad v = 3,22 \text{ m/s}$$

Slutsats: 3,22 m/s är en godtagbar hastighet på vattenflödet i tunnarna vid dimensionerande flöde (Återkomsttid 1:10.000 år).

4.2.3. Kontrollberäkning av flöde i farled, Södertälje kanal (2075), medelhastighet vid flöde 2002 m³/s

Bredd 50m, djup 14,2m, flöde 2002 m³/2

$$v = Q/A \quad v = 2002/50 * 14,2 = 2,82 \text{ m/s}$$

Krav: farled fördjupas från 8,2 m till 14,2 m djup före år (2075)

Slutsats: 2,82 m/s är en godtagbar hastighet på vattenflödet i farleden vid dimensionerande flöde (Återkomsttid 1:10.000 år).

4.2.4. Kontrollberäkning av flöde i farled, Södertälje kanal (2075), medelhastighet vid flöde 2625 m³/s

Bredd 50m, djup 14,2m, flöde 2625 m³/2

$$v = Q/A \quad v = 2625/50 * 14,2 = 3,70 \text{ m/s}$$

Krav: farled fördjupas från 8,2 m till 14,2 m djup före år(2075)

Slutsats: 3,70 m/s är en godtagbar hastighet på vattenflödet i farleden vid dimensionerande flöde (Återkomsttid 1:10.000 år).

4.3 BERÄKNING 3**4.3.1. Flödesberäkning, tunnel**

Förklaring: denna beräkning gäller också ett framtida klimat (ca 2075) och är lika Beräkning 2, men med minskning av fallhöjden i utloppet från 1,22 m till 1,0 m. Vid dimensionerande flöde kommer sjöns nivå i detta alternativ inte att behöva höjas mer än 28 cm över högsta nivån i ett dimensionerande flöde enligt Slussenprojektet. Med en flexibel lösning vid Södertälje blir därmed

Ökad avbördning vid Södertälje ersätter ombyggnad av Söderström i Stockholm

det dimensionerande vattenståndet + 4,98 m i Mälarens höjdsystem, vilket är +1,14 i RH00 och +1,67 m i RH 2000. Med en låsande lösning vid Söderström blir det dimensionerande vattenståndet + 4,70 i Mälarens höjdsystem, vilket är +0,86 i RH 00 och +1,39 m i RH 2000. Beräkningen tyder också på att Mälarens normalvattenstånd med denna lösning inte behöver höjas mer än ca 0,3 m över havets nivå i det framtida klimatet år (2075).

Förutsättning:

Fallhöjd 1,0 m vid högvatten i Mälaren (dimensionerande flöde). Avdrag på fallhöjd beräknas för förlorad hastighetshöjd vid tunnelns inlopp och utlopp. Djup i farled 14,2 m.

Längd 500 m, Radie 8,45 m, Area 224 m²

Formler:

$$Q=A*M*R_h^{2/3} * I^{1/2}$$

$$\text{Hastighetshöjd} = U*U/2g$$

$$U=Q/A$$

$$I=F/L$$

Värden:

Q=Flöde m³/s, F = 1,0m, L = 500m, R = 8,45m, A =224 m², M=Mannings tal, 25 för sprängt berg, g=tyngdkraftsaccelerationen 9,81 m/s², R_h=hydraulisk radie m = våt tvärsnittsarea /våt perimeter m = 224/53=4,23

In - utströmning: Hastighetshöjd= U*U/2g U=Q/A

Inströmningsförlust 0,2*H_f Utströmningsförlust = H_f Summa höjdförlust 1,2*H_f

I=F/L fallhöjd/längd

Beräkning:

$$Q_1 = 224*25*(224/53)^{2/3} * (1,0/500)^{1/2} = 224*25*2,58*0,045 = 652 \text{ m}^3/\text{s}$$

H_f= 2,07*2,07/2*9,81=0,218 Inströmningsförlust 0,2*0,218=0,044 Utströmningsförlust 0,218 Summa 0,044+0,218=0,262

F₂=1,0-0,262= 0,738 m

$$Q_2 = 224*25*(224/53)^{2/3} * (0,738/500)^{1/2} = 224*25*2,58*0,038 = 555 \text{ m}^3/\text{s}$$

A=224 m² översatt till rektangulärt tvärsnitt = 16*14m

Tunnelbredd ca nominellt 16m, i praktiken 18m

Tunnelhöjd 14m (pilhöjd)

Summering i varmare klimat (2075)

3 tunnlar*555 m³/s	1665 m³/s
Flöde i Södertälje sluss	370 m³/s
Summa	2035 m³/s
Ny tunnel, tillkommer	555 m³/s
Summa	2590 m³/s

4.3.2. Kontrollberäkning av flöde i tunnel, medelhastighet, (2075)*Formel:*

$$v^2 = I * M^2 * R_n^{4/3}$$

$$v^2 = 0,0026 * 25^2 * (224/53)^{4/3} = 1,625 * 6,8 = 11,05 \quad v = 3,32 \text{ m/s}$$

Slutsats: 3,32 m/s är en godtagbar hastighet på vattenflödet i tunnarna vid dimensionerande flöde (Återkomsttid 1:10.000 år).

4.3.3. Kontrollberäkning av flöde i farled, Södertälje kanal (2075), medelhastighet vid flöde 2035 m³/s

Bredd 50m, djup 14,2m, flöde 2240 m³/2

$$v = Q/A \quad v = 2035/50 * 14,2 = 2,87 \text{ m/s}$$

Krav: farled fördjupas från 8,2 m till 14,2 m djup före år(2075)

Slutsats: 2,87 m/s är en godtagbar hastighet på vattenflödet i farleden vid dimensionerande flöde (Återkomsttid 1:10.000 år).

4.3.4. Kontrollberäkning av flöde i farled, Södertälje kanal (2075), medelhastighet vid flöde 2590 m³/s

Bredd 50m, djup 14,2m, flöde 2863 m³/2

$$v = Q/A \quad v = 2590/50 * 14,2 = 3,65 \text{ m/s}$$

Krav: farled fördjupas från 8,2 m till 14,2 m djup före år(2075)

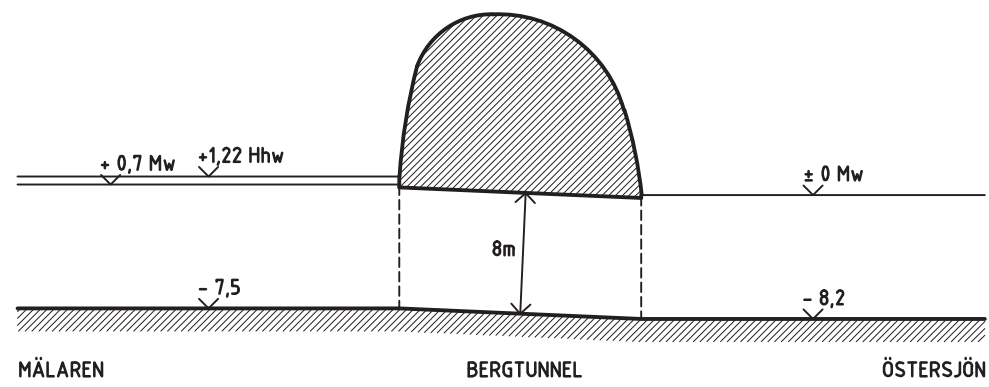
Slutsats: 3,65 m/s är en godtagbar hastighet på vattenflödet i farleden vid dimensionerande flöde (Återkomsttid 1:10.000 år).

Vi diskuterar gärna denna viktiga avbördningshydraulik med var och en som är intresserad.

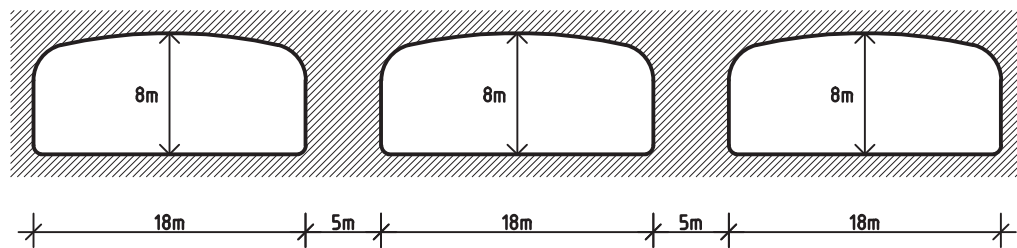
2014-02-02 reviderad 2014-03-06

Klas Cederwall
Professor emeritus
Vattenbyggnad, KTH

Svante Forsström
Arkitekt SAR MSA



DAGENS KLIMAT (2020)
LÄNGDSEKTION (PRINCIP)



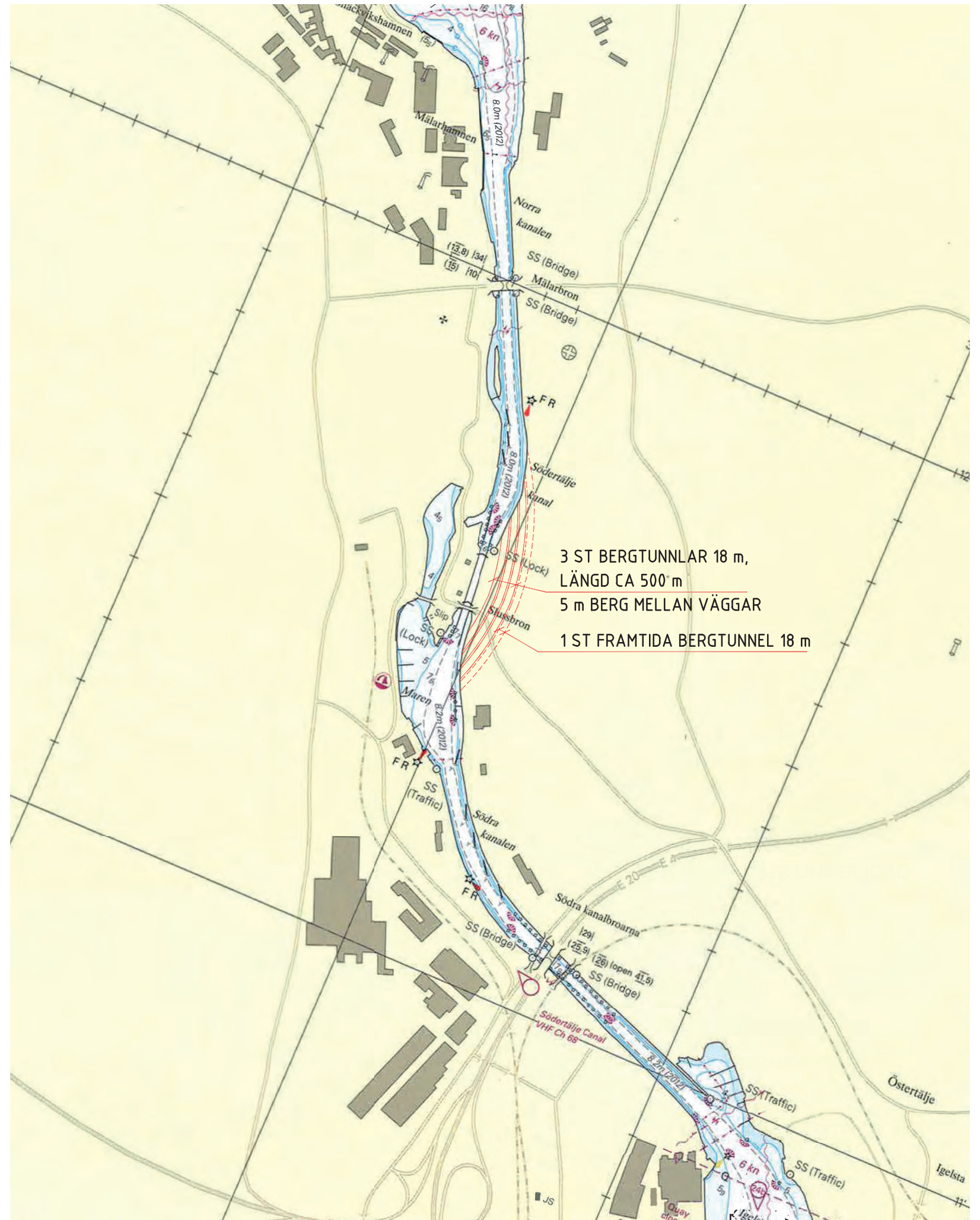
LÄNGDSEKTION GENOM TUNNLAR (PRINCIP)

SÖDERTÄLJE KANAL MED OMGIVNING.

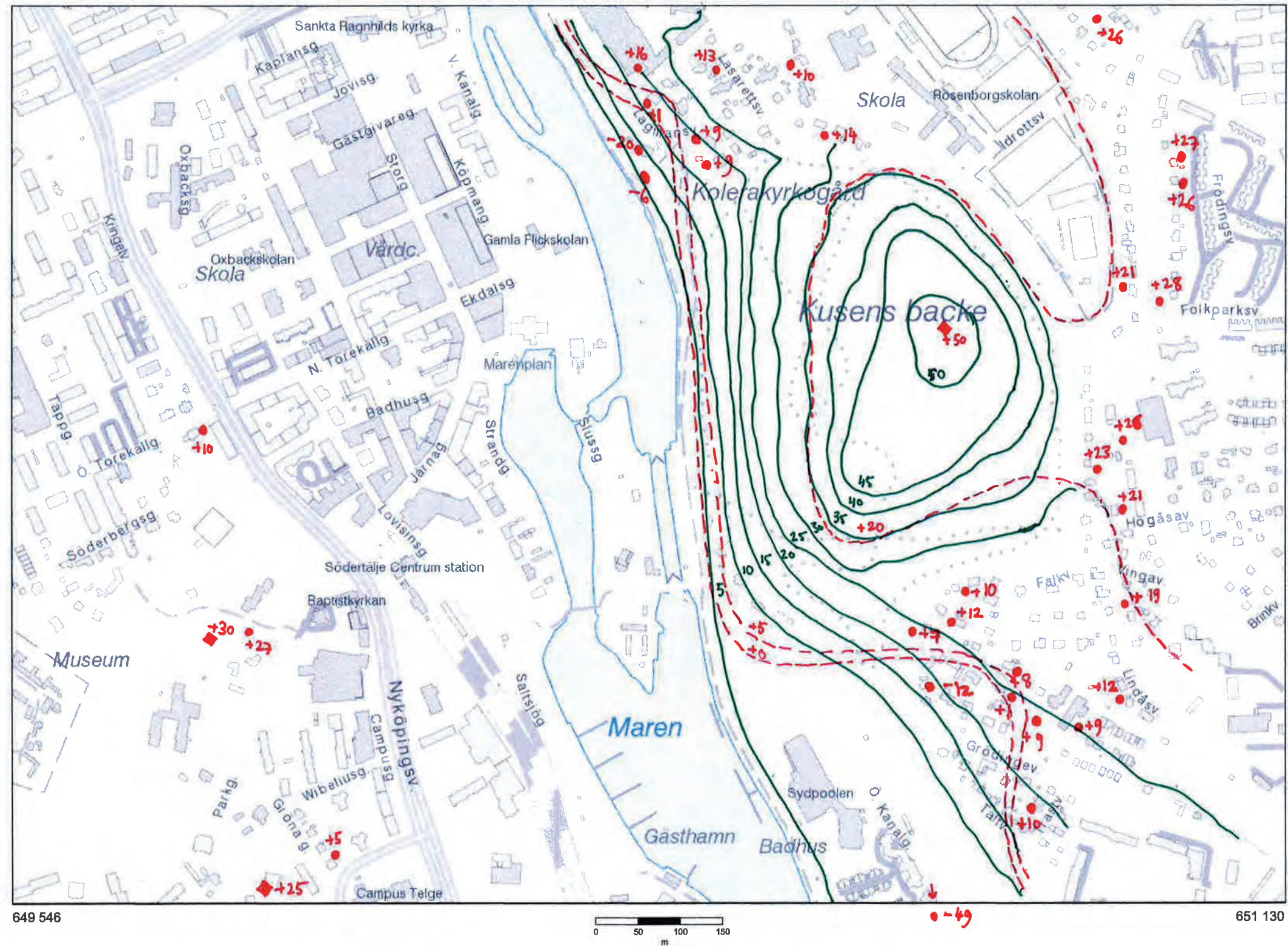
SKISSERAD STRÄCKNING OCH PROFIL FÖR BERGTUNNLAR ÖSTER OM SLUSSEN.
ILLUSTRATIONSSKISS PÅ SJÖKORT SKALA 1:12.500.

2014-03-06

Svante Forsström
ARKITEKT SAR/MSA



SGUs kartvisare Jordarter 1:50 K



6565 134

6564 019



SÖDERTÄLJE KANAL
ANTAGNA BERGNIVÅER UNDER JORD

ILLUSTRATIONSSKISS

TECKENFÖRKLARING

- HÖJDKURVA MARK, NIVÅ
- ANTAGEN HÖJDKURVA, BERG
- BERGNIVÅ, SGU BRUNNAR
- BERG I DAGEN, NIVÅ

2014-03-06
Svante Forsström
ARKITEKT SAR/MSA

BERGTUNNOR VID SÖDERTÄLJE ERSÄTTER OMBYGGNAD AV SÖDERSTRÖM

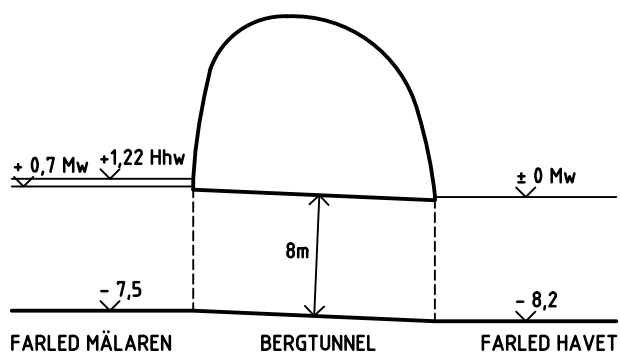
TUNNELPROFILER, ILLUSTRATIONER TILL FLÖDESBERÄKNINGAR

2014-03-06
Svante Forsström
ARKITEKT SAR/MSA

BERÄKNING 1

± 0 = DAGENS HAVSNIVÅ

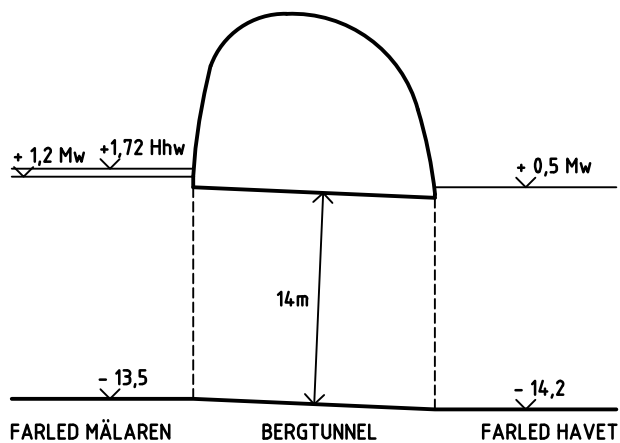
SCENARIO 2020



BERÄKNING 2

± 0 = DAGENS HAVSNIVÅ

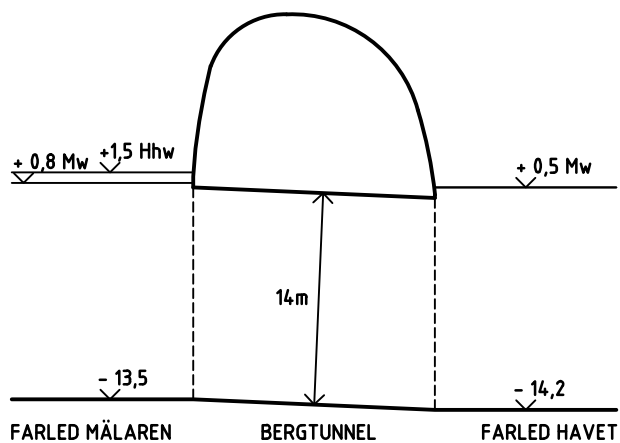
SCENARIO 2075



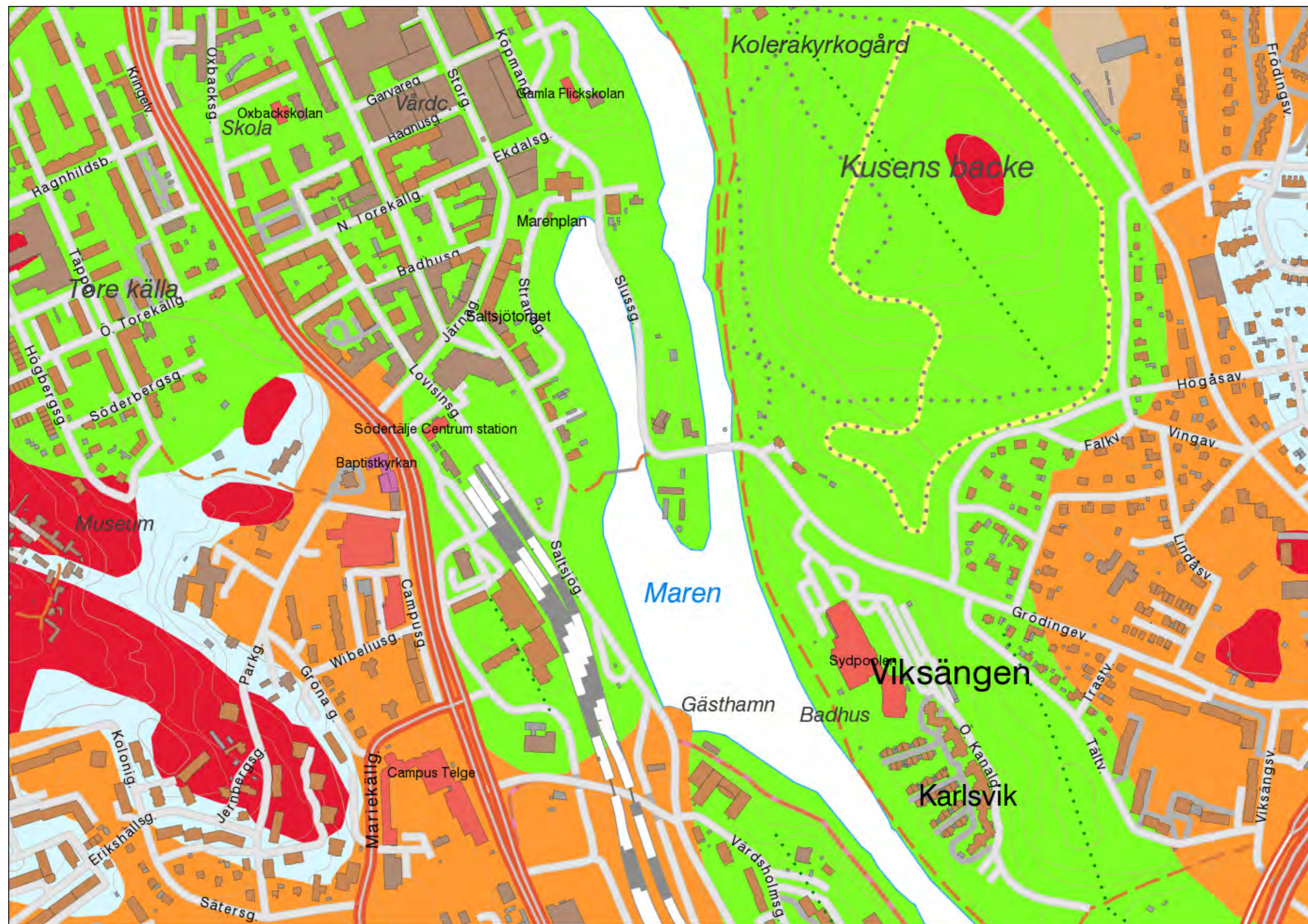
BERÄKNING 3

± 0 = DAGENS HAVSNIVÅ

SCENARIO 2075



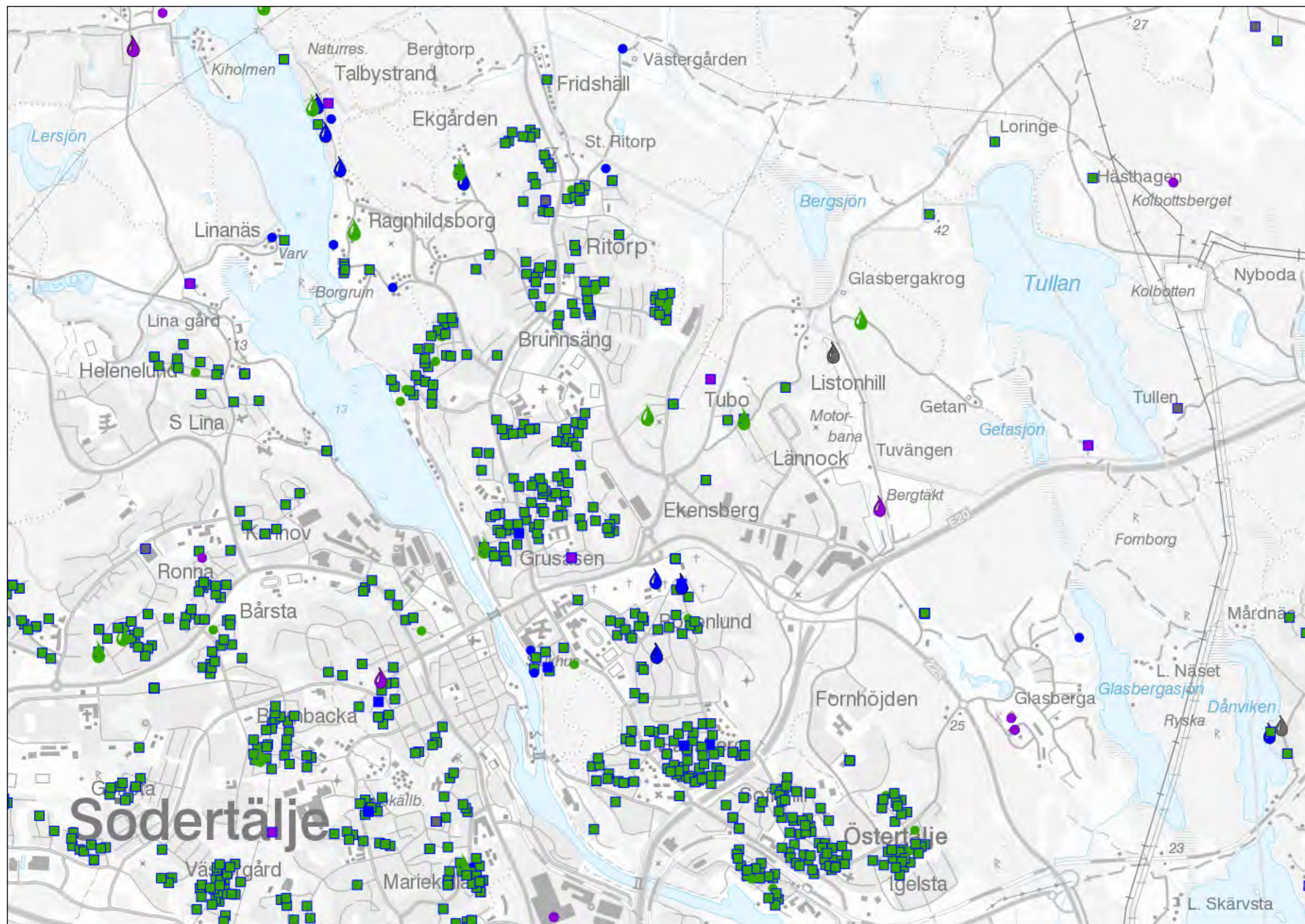
SGUs kartvisare Jordarter 1:50 000



Teckenförklaring

- Dyn
- Isälvsavlagring
- Krön på isälvsavlagring
- Moränrygg
- Sedimentärt berg
- Berg
- Morän
- Lera-Silt
- Organisk jordart
- Sväm eller älsediment
- Grovsilt-finsand
- Sand
- Grus
- Isälvs sediment, huvudsakligen sand-grus
- Sten-block
- Moränlera eller lerig morän
- Vittringsjord
- Jord, oklassad
- Sedimentärt berg
- Berg
- Fyllning
- Vatten
- Sankmark

SGUs kartvisare Brunnar

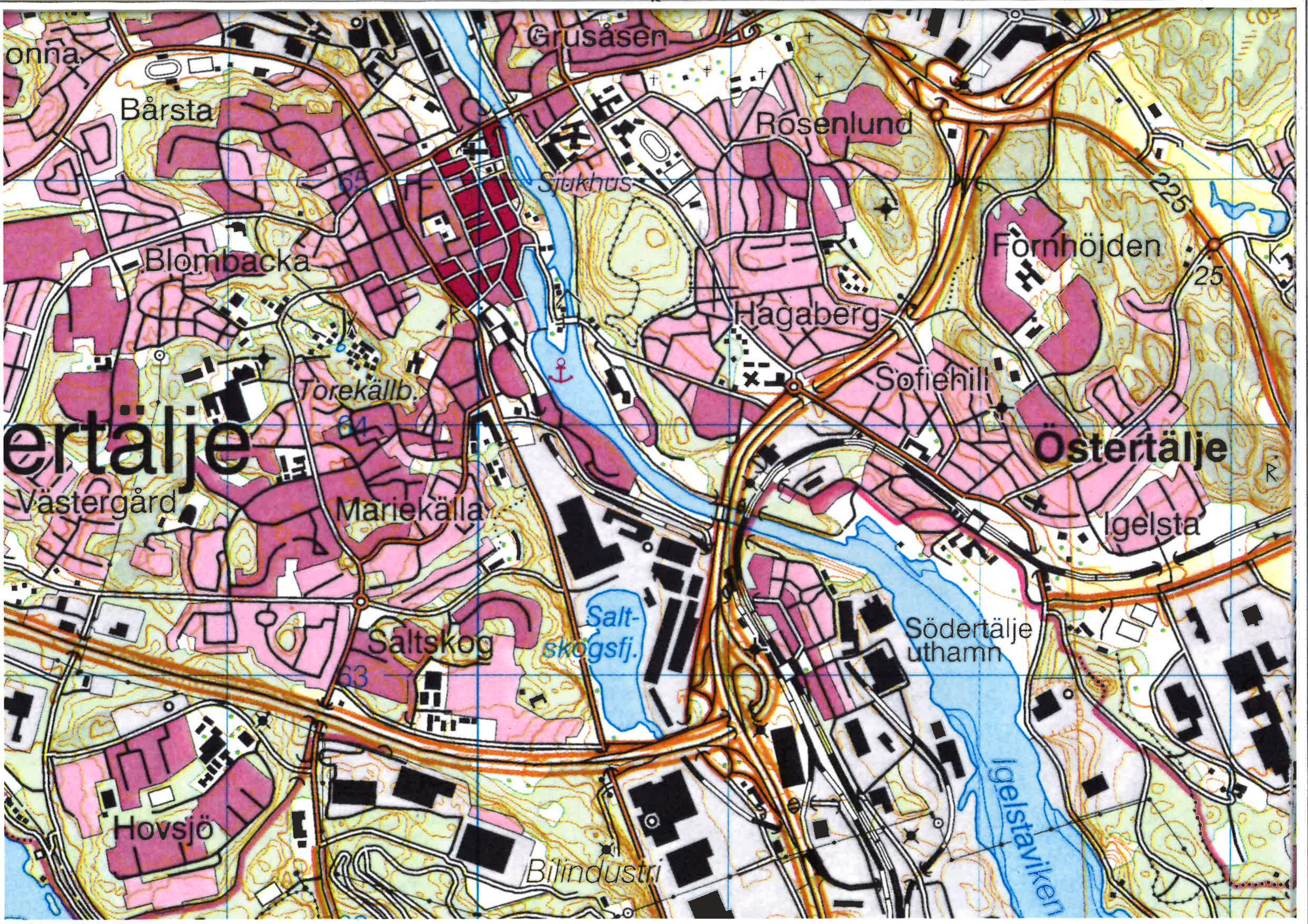


6568 958
6563 382



- Teckenförklaring**
- Brunnar**
- Energibrunn, fel i läge <100 m
 - Energibrunn, fel i läge <250 m
 - Energibrunn, osäkert läge
 - Energibrunn, ej lägeskontrollerad
 - Övriga brunnar, fel i läge <100 m
 - Övriga brunnar, fel i läge <250 m
 - Övriga brunnar, osäkert läge
 - Övriga brunnar, ej lägeskontrollerad
 - Okänd användning, fel i läge <100 m
 - Okänd användning, fel i läge <250 m
 - Okänd användning, osäkert läge
 - Okänd användning, ej lägeskontrollerad

647 146 0 100 200 300 400 500 600 700 m 655 067



onña

Bårsta

Grusåsen

Rosenlund

Sjukhus

Blombacka

Förnhöjden

Hagaberg

Sofiehäll

ertälje

Torekällb.

Östertälje

Västergård

Mariekälla

Igelsta

Sålskog

Salt-
skögsfj.

Södertälje
uthamn

Hovsjö

Bilindustri

Igelstavariken