

Kommunstyrelsen

Tekniska kontorets utlåtande rörande utredning av klimatrelaterade ras-, översvämnings- och skredkänsliga områden (KRÖS) i Tyresö kommun.

Utredningen har tagits fram på uppdrag av Kommunstyrelsen i Tyresö kommun med anledning av Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU 2007:60) och de klimatscenarier som tagits fram av FN:s klimatpanel, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) och SMHI (Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut).

Kommunstyrelseförvaltningens uppdrag består i att undersöka om och i så fall var eventuella riskområden för ras, skred och erosion finns i kommunen. Uppdraget innefattar även en bedömning av om kommunen snarast kan göra något för att minska framtida problem och vad detta i så fall skulle vara.

Omvärldsanalys

Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU 2007:60) och de klimatscenarier som tagits fram av FN:s klimatpanel, IPCC och SMHI, visar på förändrade nederbördsmönster för de kommande 100 åren. Ökad total nederbörd i kombination med fler och intensivare lågtryck och regn kan leda till nya översvämningsnivåer och ökad erosion längs sjöar, vattendrag och kuster. Detta kan också leda till att föroreningar lättare lakas ut och sprids. Markens hållfasthet och stabilitet som byggnadsgrund försämras på grund av ökade grundvatten- och markvattentryck.

Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU 2007:60) analyserade hur Sveriges klimat kan utvecklas under de kommande 100 åren. Viktiga aspekter var sårbarheten för översvämnningar, ras, skred och stormar. Enligt Klimat- och sårbarhetsutredningen kommer Sverige att påverkas kraftigt av klimatförändringarna. Utredningen slår fast att anpassningen till klimatförändringarna bör påbörjas snarast.

Scenarier och klimatmodeller

För att kunna förstå och bedöma hur klimatet kommer att förändras i framtiden används olika modeller för att ta fram scenarier som beskriver förändringar i temperatur, nederbörd, avrinning med mera. Ett antal modeller har utvecklats inom forskarvärlden och anpassats till olika regioner. Internationellt är det framförallt FN:s klimatpanel, IPCC, som har sammanställt den vetenskapliga grunden för klimatbedömningar och underlag för beslut om åtgärder. I Sverige är det SMHI:s klimatforskningsenhet som har utvecklat de modeller som används

när vi gör bedömningarna över Sverige och Norden. De klimatmodeller som tagits fram för nationella klimatscenarier tyder på att vi går mot ett klimat som är varmare, där nederbörd kommer att omfördelas och där havsnivån stiger. Scenarierna visar på variationer i nederbörd i Sverige, med sannolikt störst ökning i nord och väst, och med ökning i extremnederbörd i hela landet.

Eftersom det är mycket osäkert hur stora förändringarna blir eller hur snabbt förändringarna sker, utgår man från olika scenarier, det vill säga olika tänkbara utvecklingsvägar. IPCC:s klimatscenarier bygger på framtagna socio-ekonomiska scenarier. De senaste presenterades i rapporten SRES (*Special Report on Emissions Scenarios*). Dessa scenarion motsvarar följdriktigt utvecklingsvägar för de huvudsakliga faktorerna som driver utsläppen av växthusgaser som demografi, social, ekonomisk och teknisk utveckling. SRES omfattar fyra huvudspår som betecknas A1, A2, B1 och B2. Dessa är egentligen fyra familjer av scenarier, men det finns ett huvudalternativ för varje grupp. En betydelsefull skillnad mellan scenarierna är graden av globalisering, vilken antas påverka ekonomisk och teknisk utveckling kraftigt med påföljande påverkan genom utsläppen. I A-scenarierna ligger fokus på ekonomisk tillväxt, medan B-scenarierna visar en mer hållbar utveckling och en ökad global jämlikhet.

Klimat- och sårbarhetsutredningen har valt att fokusera på scenarierna A2 (högt scenario) och B2 (lågt scenario). Det är viktigt att notera att inget framtidsscenario är mer sannolikt än något annat, och att eventuella internationella överenskommelser för att begränsa utsläppen av växthusgaser inte finns med i scenarierna.

Kunskapsunderlag

I KRÖS-utredningen presenteras befintligt kunskapsunderlag som baserar sig på;

- genomförda geotekniska undersökningar och markstabiliseringsåtgärder
- en förstudie av ras- och skredkänsliga områden
- en översiktlig översvämningskartering längs Tyresån
- en inventering av potentiellt förorenade områden i Tyresö
- klimatunderlag för Tyresö kommun, en studie av SMHI med fyra delundersökningar:
 - framtida havsvattenstånd och återkomsttider för dagens och framtidens klimat
 - beräknade flöden i framtida klimat
 - förändring i nederbördens beteende
 - översvämningskarta i GIS (Erstaviken, Kalv-, Vissvass- samt Ällmorafjärden)
- inventering av riskområden samt bedömning av klimatförändringens påverkan på markstabilitet (SWECO).

Utredningsresultat

Syftet med utredningen är att skapa en bild av vilka eventuella klimatrelaterade risker som kommunen kan förvänta sig de närmsta 100 åren. Utredningsresultaten visar på att vi i framtiden kommer att få räkna med att höga vattenstånd samt en ökad stormfrekvens som återkommer mer ofta än i dagsläget. Havets medelvattenyta i framtidens klimat (mellan åren 2071 och 2100), kan komma att ligga mellan -27 cm till +19 cm i jämförelse med dagens medelvattenyta.

Extrema havsvattenstånd kan komma att bli vanligare i framtidens klimat (2071-2100), enligt beräkningar för "värsta scenario" (i scenario A2) skulle vi kunna få havsvattenstånd på +105-134 cm i jämförelse med dagens havsyttnivå (med 100 års återkomsttid = 63 procents sannolikhet att dessa vattenstånd inträffar en gång på 100 år). För det mest gynnsamma scenariot (B2) är dock havsvattenhöjningen mindre än landhöjningen under samma tidsperiod, mellan +42 och +68 cm i jämförelse med dagens havsyttnivå.

Utredningsresultaten visar på att det finns bebyggda områden som skulle påverkas av förhöjt vattenstånd i sjösystemen invid Drevviken, Tyresö-Flaten, Fatburen samt vid Kalvfjärden. Utmed Erstaviken, Kalv-, Ällmora- och Vissvassfjärden finns områden som ligger i riskzonen för översvämningar i framtiden, både med avseende på historiskt underlag (dagens klimat) och vattnets ytutbredning som baseras på klimatmodellen som beskriver "hög scenario".

De bebyggda områden, eller områden som är planerade för bebyggelse och som kan drabbas av framtida översvämningar är främst Gudö, Skälsåtra, Sofieberg, Strandängarna, Trinntorp, Tegelbruket och områden invid Breviksmaren. Med det värsta scenariot i åtanke kan befintlig bebyggelse invid dessa områden komma att drabbas av översvämningar.

Avseende tillkommande bebyggelse exempelvis vid Strandängarna, Varvsområdet, Tegelbruket m.m. är det viktigt att säkerställa att grundkonstruktionerna klarar av perioder av väta. Enligt utredningen finns det ungefär 63 procents risk att området kommer att drabbas av högre vattenstånd som omsluter delar av den tillkommande bebyggelsen. I planarbetena för ovannämnda planområden har hänsyn redan tagits med en 2 meters säkerhetsmarginal till golvnivå jämfört med nuvarande medelvattenstånd i havet. Enligt utredningsresultaten är värsta scenariot för området en vattenståndshöjning med 134 cm, vilket säkerhetsmarginalen klarar, med reservation för att viss vågpåverkan kan tillkomma. I det mest gynnsamma scenariot, kommer dock havsvattenståndet inte att överskrida landhöjningen. Det är viktigt att hålla i åtanke att inget scenario är mer troligt än något annat.

Utredningsresultaten tyder på att risken för framtida översvämningar i sjösystem och dagvattenledningar som orsakas av nederbörd kan komma att minska. Resultaten tyder på en minskad nederbörd och därmed minskad medelårsavrinning på runt 10- 20 procent. Även för de extrema flödestopparna påvisas en minskning. Frekvensanalys av de olika modellkörningarnas resultat visar att dygnsflödet i Tyresåns mynning i Östersjön med återkomst-

tiden 100 år, mot slutet av detta sekel kommer att minska. Minskningen av flödet varierar mellan 25 och 40 procent.

Då det gäller markstabilitet påvisar utredningsresultaten att det finns nio stycken områden i kommunen som kan klassas som riskområden då det gäller markstabilitet. Av dessa är det endast Gudö å som pekas ut som ett område som snarast kräver såväl ständig övervakning som att åtgärder vidtas för att förbättra stabilitetsförhållandena. Samtliga riskområden bedöms däremot vara särskilt känsliga för muddring och upplag av massor, varför restriktioner för sådan verksamhet bör införas i respektive område.

Projektgruppens förslag för att minska kommunens sårbarhet

Projektgruppen anser att det finns åtgärder som kan sättas in för att minska kommunens sårbarhet. Dessa åtgärder delas in i två grupper, dels vad som bör genomföras snarast och dels åtgärder som bör sättas in på sikt.

Åtgärder som bör sättas in snarast (2008-2010)

- Övervakningssystem installeras för att mäta grundvattenståndets förändringar vid de nio riskområdena (markstabilitet).
- Mätutrustning installeras vid Gudö å för att bevaka områdets markrörelser
- I de områden som identifierats som ras- eller skredriskområden, bör restriktioner införas för såväl muddring som upplag av massor.
- Den tillkommande bebyggelsen vid Strandängarna, Tegelbruket, Breviksmaren och andra motsvarande strandnära områden bör utformas så att grundkonstruktionen är motståndskraftig mot perioder av vata. Konstruktionen måste samtidigt anpassas med hänsyn till att områdena utgör riskområde med avseende på markstabilitet
- För områden som är belägna inom ras- och skredriskområden bör utredningskrav om geotekniska förutsättningar och grundläggningsbehov införas vid byggnation, som kan följas upp i bygglovsförfarandet.
- I mån av behov bör begränsningar i planbestämmelser införas i detaljplaner för hela eller delar av fastigheter där översvämnings- eller ras- och skredrisker är uppenbara.

Åtgärder som bör sättas in på sikt (2010-2020)

- Stabiliseringsåtgärder av infrastruktur (gator och vägar, ledningssträckningar, VA-anläggningar m.m.) i riskområden
- Anläggning av våtmarker i strandnära lägen för att minska sårbarheten för översvämnningar i kustnära lägen.
- Anläggning av fler dagvattendammar, både torra och våta dammar har en utjämnande effekt och minskar belastningen på det ordinarie dagvattennätet.
- Skapa ett bättre kunskapsunderlag av och vid behov åtgärda objekt som pekats ut som potentiellt förorenade och som är belägna inom riskområden för översvämnningar.

- Inkludera klimatrelaterade problem i beredskapsövningar. Övningarna bör inrymma exempelvis hur vi klarar av översvämningar i sjöar, vattendrag och dagvattenledningar men även hur kommunen klarar längre perioder av torka och värmeböljor.
- Studier av alternativ vattenförsörjning för fastigheter med kust- och strandnära dricksvattentäkter som kan drabbas av saltvatteninträngning och påföljande risker för smittor.

Slutsats

De genomförda utredningarna visar att ett förändrat globalt klimat även kan förväntas påverka Tyresö, om än i mindre omfattning jämfört med andra delar av Sverige.

Översvämnings- och ras- eller skredrisker föreligger i vissa delområden i kommunen förutsatt att de allmänt vedertagna scenarierna infaller. Samtidigt visar utredningsresultaten att kommunens tidigare ställningstaganden om att tillämpa säkerhetsmarginaler och +-höjder för bebyggelse i vissa strandnära detaljplaner är tillräckliga även för att klara de vattenståndshöjningar och ras- eller skredrisker som kan bli följden av ett förändrat framtida klimat.

De redovisade riskerna och kommunens sårbarhet bör kunna minskas eller helt undanröjas förutsatt att ovannämnda åtgärder vidtas.

Åke Skoglund
Teknisk chef

Bertil Eriksson
VA- och renhållningschef

Avrapportering – KRÖS

Utredning av klimatrelaterade ras-,
översvämnings- och skredkänsliga
områden i Tyresö kommun

Förord

Denna rapport har arbetats fram på uppdrag av Kommunstyrelsen i Tyresö kommun med anledning av Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU 2007:60) och de klimatscenarier som tagits fram av FN:s klimatpanel, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) och SMHI (Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut).

Tyresö är en expanderande skärgårdskommun med cirka 42 000 invånare. Kommunstyrelsen gav under hösten 2007 kommunstyrelseförvaltningen i uppdrag att undersöka om och i så fall var eventuella riskområden för ras, skred och erosion finns i kommunen. Uppdraget innefattar även en bedömning av om kommunen snarast kan göra något för att minska framtida problem och vad detta i så fall skulle vara.

En projektgrupp bestående av tjänstemän bildades i december. Projektgruppen beslutade att uppdraget även borde beakta översvämningrisker då sådana risker är förknäpade med riskområden för ras, skred och erosion.

Projektgruppen har bestått av:

Göran Bardun, kommunekolog, Bertil Eriksson, VA- och renhållningschef, Linda Eriksson, kartingenjör, Per Gröning, miljöinspektör, Peter Holck, säkerhetschef, Thomas Lagerwall, utredningsingenjör, Karin Norlander, planarkitekt samt Johanna Östhem, miljöplanerare.

Sammanfattning

Sedan mitten av 1800-talet har koldioxidhalten i atmosfären ökat med drygt 35 procent. Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU 2007:60) och de klimatscenarier som tagits fram av FN:s klimatpanel, IPCC och SMHI, visar på förändrade nederbördsmönster för de kommande 100 åren. Ökad total nederbörd i kombination med fler och intensivare lågtryck och regn kan leda till nya översvämningsnivåer och ökad erosion längs sjöar, vattendrag och kuster. Detta kan också leda till att föroreningar lättare lakas ut och sprids. Markens hållfasthet och stabilitet som byggnadsgrund försämras på grund av ökade grundvatten- och markvattentryck.

Tyresö är en expanderande skärgårdskommun med bostadsbebyggelse i bland annat strandnära områden. Denna rapport syftar till att undersöka om och i så fall var eventuella riskområden för ras, skred, erosion och översvämningskänslighet finns i Tyresö kommun. I denna rapport presenteras befintligt kunskapsunderlag som baserar sig på genomförda geotekniska undersökningar, olika stabiliseringsåtgärder, en förstudie av ras- och skredkänsliga områden, en översiktlig översvämningskartering längs Tyresån samt en inventering av potentiellt förorenade områden i Tyresö. Som komplettering till befintligt material, beställdes två utredningar i syfte att skapa en mer heltäckande bild av vilka eventuella klimatrelaterade risker som kommunen kan förvänta sig de närmsta 100 åren.

Syftet med denna utredning är att skapa en bild av vilka eventuella klimatrelaterade risker som kommunen kan förvänta sig de närmsta 100 åren. Utredningsresultaten visar på att vi i framtiden kommer att få räkna med att höga vattenstånd samt en ökad stormfrekvens som återkommer mer ofta än i dagsläget. Havets medelvattenyta i framtidens klimat (mellan åren 2071 och 2100), kan komma att ligga mellan -27 cm till +19 cm i jämförelse med dagens medelvattenyta.

Utredningsresultaten tyder på att extrema havsvattenstånd kan komma att bli vanligare i framtidens klimat (2071-2100), enligt beräkningar för "värsta scenario" (i scenario A2) skulle vi kunna få havsvattenstånd på +105-134 cm i jämförelse med dagens havsyttnivå (med 100 års återkomsttid = 63 procents sannolikhet att dessa vattenstånd inträffar en gång på 100 år). För det mest gynnsamma scenariot (B2) är dock havsvattenhöjningen mindre än landhöjningen under samma tidsperiod, mellan +42 och +68 cm i jämförelse med dagens havsyttnivå.

Utredningsresultaten visar på att det finns bebyggda områden som skulle påverkas av förhöjt vattenstånd i sjösystemen invid Drevviken, Tyresö-Flaten, Fatburen samt vid Kalvfjärden. Utmed Erstaviken, Kalv-, Ällmora- och Vissvassfjärden finns områden som ligger i riskzonen för översvämnningar i framtiden, både med avseende på historiskt underlag (dagens klimat) och vattnets ytutbredning som baseras på klimatmodellen som beskriver "högst scenario".

De bebyggda områden, eller områden som är planerade för bebyggelse och som kan drabbas av framtida översvämnningar är främst Gudö, Skälsätra, Sofieberg, Strandängarna, Trinntorp, Tegelbruket och områden invid Breviksmaren. Med det värsta scenariot i åtanke kan befintlig bebyggelse invid dessa områden komma att drabbas av översvämnningar. Avseende tillkommande bebyggelse exempelvis vid Strandängarna, Varvsområdet, Tegelbruket m.m. är det viktigt att säkerställa att grundkonstruktionerna klarar av perioder av våta. Enligt utredningen finns det ungefär 63 procents risk att exempelvis Strandängarna kommer att drabbas av högre vattenstånd som omsluter delar av den tillkommande bebyggelsen. I planarbetena för ovannämnda planområden har hänsyn redan tagits med en 2 meters säkerhetsmarginal till golvnivå jämfört med nuvarande medelvattenstånd i havet. Enligt utredningsresultaten är värsta scenariot för området en vattenståndshöjning med 134 cm,

vilket säkerhetsmarginalen klarar, med reservation för att viss vågpåverkan kan tillkomma. I det mest gynnsamma scenariot, kommer dock havsvattenståndet inte att överskrida landhöjningen. Det är viktigt att hålla i åtanke att inget scenario är mer troligt än något annat.

Utredningsresultaten tyder på att risken för framtida översvämningar i sjösystem och dagvattenledningar som orsakas av nederbörd kan komma att minska. Resultaten tyder på en minskad nederbörd och därmed minskad medelårsavrinning på runt 10- 20 procent. Även för de extrema flödestopparna påvisas en minskning. Frekvensanalys av de olika modellkörningarnas resultat visar att dygnsflödet i Tyresåns mynning i Östersjön med återkomsttiden 100 år, mot slutet av detta sekel kommer att minska. Minskningen av flödet varierar mellan 25 och 40 procent.

Då det gäller markstabilitet påvisar utredningsresultaten att det finns nio stycken områden i kommunen som kan klassas som riskområden för markstabiliteten. Av dessa är det endast Gudö å som pekas ut som ett område som snarast kräver såväl ständig övervakning som att åtgärder vidtas för att förbättra stabilitetsförhållandena. Samtliga riskområden bedöms däremot vara särskilt känsliga för muddring och upplag av massor, varför restriktioner för sådan verksamhet bör införas i respektive område.

Projektgruppens förslag för att minska kommunens sårbarhet

Projektgruppen anser att det finns åtgärder som kan sättas in för att minska kommunens sårbarhet. Dessa åtgärder delas in i två grupper, dels vad som bör genomföras snarast och dels åtgärder som bör sättas in på sikt.

Åtgärder som bör sättas in snarast (2008-2010)

- Övervakningssystem installeras för att mäta grundvattenståndets förändringar vid de nio riskområdena (markstabilitet).
- Mätutrustning installeras vid Gudö å för att bevaka områdets markrörelser
- I de områden som identifierats som ras- eller skredriskområden, bör restriktioner införas för såväl muddring som upplag av massor.
- Den tillkommande bebyggelsen vid Strandängarna, Tegelbruket, Breviksmaren och andra motsvarande strandnära områden bör utformas så att grundkonstruktionen är motståndskraftig mot perioder av våta. Konstruktionen måste samtidigt anpassas med hänsyn till att områdena utgör riskområde med avseende på markstabilitet
- För områden som är belägna inom ras- och skredriskområden bör utredningskrav om geotekniska förutsättningar och grundläggningsbehov införas vid byggnation, som kan följas upp i bygglovsförfarandet.
- I mån av behov bör begränsningar i planbestämmelser införas i detaljplaner för hela eller delar av fastigheter där översvämnings- eller ras- och skredrisker är uppenbara.

Åtgärder som bör sättas in på sikt (2010-2020)

- Stabiliseringsåtgärder av infrastruktur (gator och vägar, ledningssträckningar, VA-anläggningar m.m.) i riskområden.
- Anläggning av våtmarker i strandnära lägen för att minska sårbarheten för översvämningar i längs kusten.
- Anläggning av fler dagvattendammar, både torra och våta dammar har en utjämnande effekt och minskar belastningen på det ordinarie dagvattennätet.
- Skapa ett bättre kunskapsunderlag av och vid behov åtgärda objekt som pekats ut som potentiellt förorenade och som är belägna inom riskområden för översvämningar.

- Inkludera klimatrelaterade problem i beredskapsövningar. Övningarna bör inrymma exempelvis hur vi klarar av översvämningar i sjöar, vattendrag och dagvattenledningar men även hur kommunen klarar längre perioder av torka och värmeböljor.
- Studier av alternativ vattenförsörjning för fastigheter med kust- och strandnära dricksvattentäkter som kan drabbas av saltvatteninträngning och påföljande risker för smittor.

Slutsatser

De genomförda utredningarna visar att ett förändrat globalt klimat även kan förväntas påverka Tyresö, om än i mindre omfattning jämfört med andra delar av Sverige. Översvämnings- och ras- eller skredrisker föreligger i vissa delområden i kommunen förutsatt att de allmänt vedertagna scenarierna infaller. Samtidigt visar utredningsresultaten att kommunens tidigare ställningstaganden om att tillämpa säkerhetsmarginaler och +-höjder för bebyggelse i vissa strandnära detaljplaner är tillräckliga även för att klara de vattenståndshöjningar och ras- eller skredrisker som kan bli följden av ett förändrat framtida klimat. De redovisade riskerna och kommunens sårbarhet bör kunna minskas eller helt undanröjas förutsatt att ovannämnda åtgärder vidtas.

Innehållsförteckning

1 Omvärldsanalys	8
1.1 Klimat- och sårbarhetsutredningen samt några slutsatser.....	8
2 Bakgrund.....	10
2.1 Klimat- och sårbarhetsutredningen	10
2.1.1 Scenarier.....	10
2.2 Risker, sårbarhet och anpassning	11
2.2.1 Ökad sårbarhet kräver nytt säkerhetstänkande.....	12
2.2.2 Anpassning till ett klimat i förändring	12
2.3 Risker – översvämningar, erosion, skred och ras	12
2.3.1 Klimatförändringars påverkan på markstabilitet	13
2.3.2 Havsvatten- och vindpåverkan	13
2.4 Kunskapsläget i kommunen	14
3. Geotekniska undersökningar.....	16
4. Stabiliseringsåtgärder.....	18
5. Förstudie, översiktlig kartering av stabilitetsförhållanden.....	20
5.1 SGI:s förstudie (1996)	20
5.2 Geologiska och topografiska förhållanden i Tyresö	20
5.3 Slutsatser och förslag enligt förstudien	20
5.3.1 Drevviken och Gudö å.....	20
5.3.2 Tegelbruket – Nytorp.....	21
5.3.3 Trinntorp.....	21
5.4 Slutsats om kunskapsläget.....	21
6. Översiktlig översvämningsskartering längs Tyresån.....	24
6.1 Översvämningsskartering (2007)	24
6.2 Slutsatser av SRV:s övergripande kartering	24
6.3 Slutsatser om kunskapsläget	24
7. Potentiellt förorenade områden i Tyresö kommun	26
7.1 Länsstyrelsens inventering (2002)	26
7.2 Konsekvenser av ett förändrat klimat.....	26
7.3 MIFO-objekt i Tyresö kommun	26
7.4 MIFO-objekt inom KRÖS-områden	26
7.5 Slutsatser om kunskapsläget	27
8. Kompletterande utredning 1 – klimatpåverkan på Tyresös kustlinjer	28
8.1 Framtida havsvattenstånd och återkomsttider för dagens och framtidens klimat.....	28
8.1.1 Resultat.....	28
8.1.2 Några slutsatser om resultaten	29
8.1.3 Osäkerheter	29
8.2 Beräknade framtida medelflöden och 100-årsflöden	30
8.2.1 Resultat.....	30
8.3 Eventuell förändring i nederbördens beteende - totala mängder, skyfallsliknande scenarier och förändrad årsrytm	31
8.3.1 Resultat.....	31
8.4 Översvämningsskarta	32
9 Kompletterande utredning 2 - inventering av riskområden samt bedömning av klimatförändringens påverkan	36
9.1 Utredningsbeskrivning.....	36
9.2 Några slutsatser från utredningen	36
9.3 Riskområden i Tyresö	36
9.3.1 Drevviken och Gudö å.....	37
9.3.2 Skälsåtra	37
9.3.3 Gimmersta.....	37
9.3.4 Tegelbruket - Nytorp	37
9.3.5 Breviksmaren	38
9.3.6 Trinntorp.....	38
9.3.7 Strandvägen.....	38
9.3.8 Strandängarna i Tyresö strand.....	38
9.3.9 Slumnäsvägen	38
9.4 Åtgärder för att kontrollera klimatförändringars påverkan	39
10 Slutsatser	40
10.1 Ras- och skredrisker	40
10.1.1 Landhöjningen.....	40
10.1.2 Grundvatten- och portryck.....	40

10.1.3 Riskområden ur stabilitetssynpunkt.....	41
10.1.4 Översvämningar och markstabilitet.....	41
10.2 Översvämningsrisker.....	41
10.2.1 Räddningsverkets kartering.....	41
10.2.2 SMHI:s kartering	42
11. Behov om fortsatt arbete	44
Bilaga 1 Geotekniska arbeten	
Bilaga 2 Klimatpåverkan ritningar	
Bilaga 3 Potentiellt förorenade områden i Tyresö kommun	
Bilaga 4 Begreppsförklaring	
Bilaga 5 Översiktskarta (finns förhoppningsvis färdigställd till 8/10)	

1 Omvärldsanalys

Sedan mitten av 1800-talet har koldioxidhalten i atmosfären ökat med drygt 35 procent. Samtidigt har även andra växthusgaser som metan och dikväveoxid ökat som ett resultat av mänskliga aktiviteter. Den globala medeltemperaturen har ökat med 0,78 grader Celsius sedan år 1900 och de tolv senaste åren har elva av de varmaste åren sedan 1850 inträffat¹. FN:s klimatpanel IPCC (ett organ upprättat av Världsmeteorologiska organisationen och FN) har slagit fast att människans bidrag till det varmare klimatet redan orsakar en märkbar påverkan på många biologiska system. Fåglar häckar tidigare på året och även lövsprickningen kommer allt tidigare. Antalet laviner har ökat och smältvattensjöarna har blivit fler och större. Växt- och djurarter breder ut sig allt längre norrut i takt med att det blir varmare. IPCC varnar för att om den globala medeltemperaturen ökar mer än 1,5–2,5 grader, är det ”mycket troligt” att ekosystemen ändras så mycket att de förlorar sin nuvarande funktion samt att så mycket som 20 till 30 procent av alla arter, riskerar att utrotas i det läget².

För att kunna förstå och bedöma hur klimatet kommer att förändras i framtiden används olika modeller för att ta fram scenarier som beskriver förändringar i temperatur, nederbörd, avrinning med mera. Ett antal modeller har utvecklats inom forskarvärlden och anpassats till olika regioner. Internationellt är det framförallt IPCC som är FN:s klimatpanel som har sammanställt den vetenskapliga grunden för klimatbedömningar och underlag för beslut om åtgärder.

I Sverige är det SMHI:s klimatforskningsenhet (Rossby center) som har utvecklat de modeller som används när vi gör bedömningarna över Sverige och Norden. De klimatmodeller som tagits fram för nationella klimatscenarier tyder på att vi går mot ett klimat som är varmare, där nederbörd kommer att omfördelas och där havsnivån stiger. Scenarierna visar på variationer i nederbörd i Sverige, med sannolikt störst ökning i nord och väst, och med ökning i extremnederbörd i hela landet.

Ökad total nederbörd i kombination med fler och intensivare lågtryck och regn kan leda till nya översvämningsnivåer och ökad erosion längs sjöar, vattendrag och kuster. Ökad nederbörd, höjd grundvattennivå, ökade flöden, översvämnningar och erosion kan också leda till att föroreningar lättare lakas ut och sprids. Markens hållfasthet och stabilitet som byggnadsgrund försämras på grund av ökade grundvatten- och markvattentryck³. Risken för skred ökar i vissa typer av jordar. Områden som idag anses stabila kan i framtiden behöva åtgärdas.

1.1 Klimat- och sårbarhetsutredningen samt några slutsatser

Den statliga Klimat- och sårbarhetsutredningen hade i uppgift att kartlägga det svenska samhällets sårbarhet för globala klimatförändringar och de regionala och lokala konsekvenserna av dessa förändringar. Några slutsatser från utredningen:

- Huvuddragen i klimatsscenarierna är trots osäkerheter tillräckligt robusta för att använda som underlag
- Uppvärmningen har gått nästan dubbelt så snabbt de senaste 50 åren jämfört med 100 år tillbaka

¹ IPCC, Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers.

² IPCC, Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaption and Vulnerability. Summary for policymakers

³ www.svedgeo.se/templates/SGIStandardPage____1199.aspx?epslanguage=SV 2008-05-13

- Temperaturen kommer att stiga mer i Sverige och Skandinavien än det globala genomsnittet. I östra Svealand pekar prognoserna på att årsmedeltemperaturen kommer att öka med 4-5°C till 2080-talet jämfört med åren 1960-1990⁴
- Den beräknade årsnederbörden kommer att förändras och variera relativt mycket från år till år. Årsnederbörden beräknas öka med omkring 15 procent till år 2100
- Perioden med snötäcke beräknas i genomsnitt bli omkring 30 dagar kortare i östra Svealand till år 2010 och drygt 60 dagar kortare till år 2100⁵
- Havsnivån förväntas stiga med 0,2-0,6 meter globalt de närmaste 100 åren för att sedan fortsätta att stiga under många hundra år. Landhöjningen kommer visserligen att kompensera en måttlig höjning av havsytans nivå, men en högre havsytanivå kommer att bli märkbar även i Stockholmsregionen, särskilt under vintrarna
- Förändrat klimat med bland annat ökad stormfrekvens gör att höga vattenstånd förekommer oftare om 100 år jämfört med idag
- Uppvärmningsbehovet i östra Svealand beräknas minska med cirka 35 procent. Antalet graddagar för kylningsbehov beräknas öka markant under perioden 2071-2100⁶
- Risken för översvämningar, ras, skred och erosion ökar på många håll så mycket att förstärkta insatser för förebyggande åtgärder är motiverade
- Östersjön riskerar dramatiska förändringar av ekosystemen. Klimatförändringarna förvärrar dagens situation
- Det varmare klimatet påverkar hälsan och leder till fler dödsfall på grund av värmeböljor
- Om kraftfulla globala utsläppsminskningar genomförs, kan temperaturhöjningarna begränsas på sikt. Klimatförändringarna under de närmaste decennierna beror till största delen på historiska utsläpp av växthusgaser på grund av tröghet i klimatsystemet. Hur stor temperaturökningen blir mot slutet av seklet beror på hur stora de framtida globala utsläppen av växthusgaser blir.

⁴ www.smhi.se/cmp/jsp/polopoly.jsp?d=8785&l=sv

⁵ Enligt utsläppsscenario B2, se även avsnitt 2 samt bilaga 4 för förklaring.

⁶ Enligt både utsläppsscenario A2 och B2, se även avsnitt 2 samt bilaga 4 för förklaring.

2 Bakgrund

2.1 Klimat- och sårbarhetsutredningen

Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU 2007:60) analyserade hur Sveriges klimat kan utvecklas under de kommande 100 åren. Viktiga aspekter var sårbarheten för översvämningar, ras, skred och stormar. Enligt Klimat- och sårbarhetsutredningen kommer Sverige att påverkas kraftigt av klimatförändringarna. Utredningen slår fast att anpassningen till klimatförändringarna bör påbörjas snarast.

2.1.1 Scenarier

Klimatmodeller är nödvändiga redskap när det gäller att studera det framtida klimatet. Framtiden är inte mätbar. Klimatsystemet är så komplext att det inte finns någon enkel formel för hur det reagerar på förändringar. Man måste beskriva de ingående processerna och deras relationer i modeller. Eftersom det är mycket osäkert hur stora förändringarna blir eller hur snabbt förändringarna sker, utgår man från olika scenarier, det vill säga olika tänkbara utvecklingsvägar.

IPCC:s klimatscenarier bygger på framtagna socio-ekonomiska scenarier. De senaste presenterades i rapporten SRES (*Special Report on Emissions Scenarios*). Dessa scenarion motsvarar konsistenta utvecklingsvägar för de huvudsakliga faktorerna som driver utsläppen av växthusgaser som demografi, social, ekonomisk och teknisk utveckling. SRES omfattar fyra huvudspår som betecknas A1, A2, B1 och B2. Dessa är egentligen fyra familjer av scenarier, men det finns ett huvudalternativ för varje grupp. En betydelsefull skillnad mellan scenarierna är graden av globalisering, vilken antas påverka ekonomisk och teknisk utveckling kraftigt med påföljande påverkan genom utsläppen. I A-scenarierna ligger fokus på ekonomisk tillväxt, medan B-scenarierna visar en mer hållbar utveckling och en ökad global jämlikhet.

Klimat- och sårbarhetsutredningen har valt att fokusera på scenarierna A2 och B2. A2, innebär ett ”høgt scenario” och B2 ett ”lågt scenario”, se Figur 1. I fortsättningen kommer dessa scenarier att beskrivas som A2 och B2.

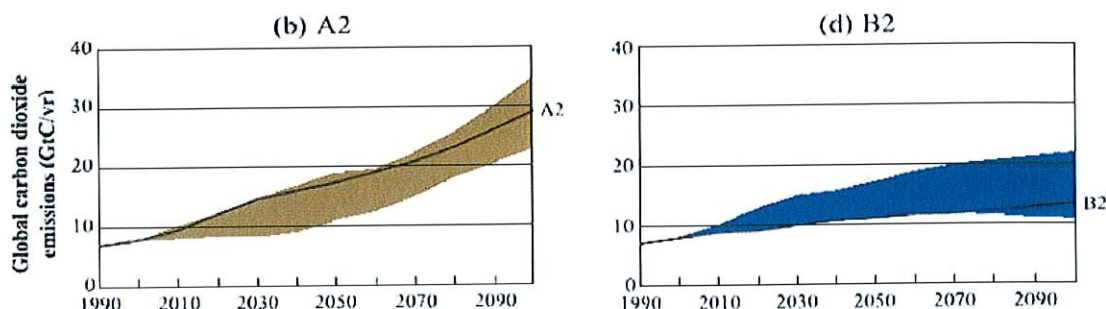
Båda scenarierna beskriver en relativt fragmenterad värld med ökad befolkning och långsam teknisk utveckling. Energianvändningen är större i A2 än i B2. Utsläppen ökar snabbare i A2 bland annat beroende på en snabbare befolkningsutveckling. I B2-scenariet är dock utvecklingen fokuserad mot en hållbar utveckling i alla dess tre aspekter (ekologisk, social och ekonomisk). Fram till 2050 är dock skillnaderna mellan de båda scenarierna då det gäller utsläppsutvecklingen relativt liten. I A2 kommer koncentrationen att tredubblas och hamna kring 850 ppm. I B2 kommer koncentrationen koldioxid vid slutet av seklet att hamna runt 550 ppm⁷ vilket är en fördubbling jämfört med förindustriella koncentrationer. Det är även den nivån som det nationella miljömålet (*begränsad klimatpåverkan*) riktar mot⁸.

Det är viktigt att notera att inget framtidsscenario är mer sannolikt än något annat, och att eventuella internationella överenskommelser för att begränsa utsläppen av växthusgaser inte finns med i scenarierna⁹.

⁷ Parts per million, det vill säga miljondelar

⁸ www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf

⁹ SMHI, 2008, Klimatundrllag för Tyresö kommun



Figur 1: De globala utsläppen av koldioxid mätt i Gigaton (miljarder ton) i de två scenarier som används för att beräkna klimateffekterna i Sverige¹⁰.

2.2 Risker, sårbarhet och anpassning

Kommunen har ett ansvar för att se till att den kommunala verksamheten kan fungera under alla förhållanden. Till detta kommer det geografiska områdesansvaret, som innebär att kommunen ansvarar för samordning och inriktning av alla krishanteringsåtgärder inom kommunens geografiska område, både före, under och efter en kris.

Det är viktigt att se oönskade händelser ur ett brett perspektiv. Exempel på sådana händelser kan vara störningar i ett tekniskt försörjningssystem, händelser som innebär sociala eller psykosociala konsekvenser, IT-haverier, epidemier eller smitta. För att hantera och analysera dessa händelser krävs samordning mellan kommunala verksamheter. I Tyresö kommun har vi en krisledningsnämnd och en krisledningsgrupp för att garantera den interna samordningen. För att förbereda samordning med andra aktörer vid en kris finns en krishanteringsgrupp som träffas regelbundet där representanter för kommun, näringsliv och intresseorganisationer ingår.

En klimatförändring kan leda till både ökad sårbarhet, minskad sårbarhet eller helt nya sårbarheter¹¹. Ett robust samhälle är ett samhälle som är motståndskraftigt och uthålligt mot påfrestningar som kan uppkomma vid exponering av risker och hot. För att lyckas uppnå en robust samhällsutveckling förutsätts att samhället hushållar med naturens resurser, har en väl fungerande organisation som bygger på samspel mellan individer, organisationer och myndigheter samt bebyggelse och tekniska system samspelar med människan och naturen. När ett samhälle är otillräckligt och inte längre klarar av att stå emot de påfrestningar som det utsätts för betecknas det som sårbart¹². Graden av sårbarhet beror bland annat beroende av hur man lokalt har kunnat anpassa sig till händelser, med andra ord vilken hänsyn som tagits i den fysiska planeringen och utformning av infrastruktur och byggnader¹³.

Förändringar i klimatet kan skapa stora effekter på samhällets funktioner och i vissa fall leder detta till en svår påfrestning för samhället. Graden av sårbarhet beror bland annat på hur stora förändringarna blir samt hur vi idag planerar och tar hänsyn till dessa. Eftersom vi i framtiden kan förvänta oss extrema vädersituationer med stormar och nederbörd spelar också samhällets beredskap gällande sårbarheten en betydande roll¹⁴.

¹⁰ www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf

¹¹ På säker grund för hållbar utveckling. Statens geotekniska institut, 2006

¹² Översvämningsrisker i fysisk planering. Länsstyrelserna i Mellansverige, 2006

¹³ På säker grund för en hållbar utveckling, Statens geotekniska institut, 2006

¹⁴ Effekterna av klimatförändringar och hur samhällets sårbarhet för dessa kan minskas. Kommittédirektiv 2005:8

2.2.1 Ökad sårbarhet kräver nytt säkerhetstänkande

Samhällsviktig infrastruktur får allt större betydelse, samtidigt som systemen blir allt mer komplexa och beroende av varandra. Med infrastruktur avses grundläggande system i samhället som behövs för att samhället ska fungera. Både samhällets och enskildas beroende av den samhällsviktiga infrastrukturen ökar successivt, vilket i sig ökar sårbarheten om inte åtgärder för säkerhet och skydd vidtas i samma takt. Det är viktigt att säkerhetsarbetet präglas av långsiktighet och kontinuitet. Skydds- och säkerhetsåtgärder bör diskuteras redan i planerings- och projekteringsprocessen samt under byggnationsskedet.

Samhällets sårbarhet vid klimatförändringar beror bland annat på förändringarnas storlek men också hur vi idag planerar och tar hänsyn till de förväntade förändringarna. Klimatförändringarnas konsekvenser bör därför uppmärksammas inte minst i översikts- och detaljplanering. Bland de aktörer som är delaktiga i samhällsplanering har kommuner ett särskilt stort ansvar eftersom alla typer av verksamheter sker i och påverkar en kommun och dess befolkning. Kommunerna bör även ta initiativ till ett systematiskt riskhanteringsarbete som utgör en länk till andra myndigheter, företag och organisationer och där flera olika delar av den kommunala verksamheten integreras¹⁵.

2.2.2 Anpassning till ett klimat i förändring

Att anpassa sig till ett förändrat klimat kommer att kräva en långsiktig omställning av samhällets sektorer under decennier framåt. Därför måste samhällsplaneringen kontinuerligt anpassas, ju längre period planeringen avser desto större spännvidd av möjliga klimatförhållanden finns att ta hänsyn till. Det är viktigt att vara medveten om att det inte handlar om att anpassa sig till ett nytt klimat, utan att istället anpassa sig till ett klimat i snabb förändring¹⁶.

Städer och tätorter expanderar och i takt med att samhället utvecklas ökar trycket på effektivare markanvändning. Detta leder i sin tur till att områden förtätas och att attraktiva områden, till exempel med närhet till vatten, ofta blir bebyggda. Strandnära områden är mycket känsliga för hur klimatet varierar och det är då nödvändigt att ta hänsyn till framtida förhöjda vattennivåer, bland annat på grund av den globala uppvärmningen, men också ökade vindhastigheter och vågor¹⁷. Vid en exploatering av områden ställs allt högre krav på trygghet, försörjning och service. Det är viktigt att det i samhället skapas ett medvetande om de potentiella risker som finns. Genom denna allmänna vetenskap kan därefter samhället aktivt hantera dessa genom förebyggande och skadebegränsande åtgärder. För detta krävs dock en ökad kunskap om samhället i dess helhet och ökad samsyn mellan aktörer och intressen¹⁸.

2.3 Risker – översvämningar, erosion, skred och ras

Ökad nederbörd orsakar större vattenavrinning samt högre yt- och grundvattennivåer. Dessa förändringar ställer krav på ett intakt avvattningsystem, om inte kan detta innebära översvämning, erosion, skred eller ras i branta slänter. I bebyggda områden kan effekterna bli allvarliga med konsekvenser som drabbad infrastruktur. Det är främst vattenföringen i vattendraget som påverkas av ett antal olika faktorer; nederbördens mängd, utsträckning och intensitet, avrinningsområdets storlek, snösmältning, markanvändning, regleringar, sjövolym, temperatur, markfuktighet och terrängens lutning.

¹⁵ Riskhantering i ett samhällsperspektiv. Räddningsverket 1998

¹⁶ På säker grund för hållbar utveckling. Statens geotekniska institut, 2006

¹⁷ Erosion och översvämningar, Rankka och Rydell, 2005

¹⁸ Översvämningrisker i fysisk planering, Länsstyrelserna i Mellansverige, 2006

2.3.1 Klimatförändringars påverkan på markstabilitet

Jord består vanligen av mineral, vatten och gas. Kornen, eller partiklarna, bildar tillsammans ett kornskelett som bär de laster som tillförs jorden. Mellan kornen finns hålrum, porer, som är fyllda med antingen vatten, gas eller en blandning av bådadera. Vattnet i porerna innehåller även en del lösta salter eller joner. Jordens egenskaper är starkt beroende av det inbördes förhållandet mellan korn, vatten, jonsammansättning och gas¹⁹.

Jords hållfasthet indelas traditionellt i odränerad och dränerad hållfasthet. Om en jords vatteninnehåll ökar, till exempel vid ett ökat vatten- eller portryck, minskar den spänning som bärs av kornskelettet genom ett lägre kontakttryck mellan kornen. Jorden får då en lägre dränerad hållfasthet vilket kan leda till att säkerheten på stabiliteten kan minska. Vid ökad nederbörd kan grundvattenbildningen öka och beroende på jordars olika genomsläpplighet kommer denna att ta olika lång tid i olika jordar²⁰.

Studier visar att långvarig nederbörd har större sannolikhet att påverka stabiliteten i slänter medan kortvarig nederbörd inte behöver försämrade den nämnvärt. Där vattentrycket i underliggande genomsläppliga jordlager är högre än markytan, artesiskt vattentryck, kan slänter med mindre mäktiga täta överliggande jordlager bli instabila om detta tryck ökar med tiden. Även slänter med genomsläppliga jordlager kan bli instabila på grund av förändrade spänningar i jorden till följd av en med tiden ökande grundvattennivå. I den omättade zonen i silt- och sandjordar innehåller porerna både vatten och gas. Detta påverkar jordens hållfasthet positivt då ytspänningen i gasbubblorna ger upphov till en sammandragande kraft mellan jordpartiklarna vilket i sin tur ökar friktionen mellan dem, så kallad "falsk kohesion" eller "negativa portryck".

Vid ökade vattennivåer och portryck försvinner den "falska kohesionen", vilket innebär att slänter i sådan jord kan bli instabila, ytspänningskrafterna kan även försvinna vid lång tids torka. Stabilitetsförhållandena i en slänt styrs av släntens höjd, lutning och jordlagrens hållfasthetsegenskaper och tyngd, men även grundvattennivå och portryck samt yttre faktorer påverkar. Yttre faktorer är bland andra belastningar i anslutning till slänten, erosion i släntfot samt vattennivån i ett eventuellt vattendrag nedanför slänten²¹.

2.3.2 Havsvatten- och vindpåverkan

Klimateffekter kan på sikt medföra en allmän höjning av havsytans nivå. Utvärdering av simuleringar och analyser inom detta område görs bland annat av IPCC. Enligt IPCC förändras vattenståndet mest fram mot 2100 på grund av den termiska expansionen som beror på att vatten utvidgar sig när det värms upp. Saltinnehållet påverkar också vattenståndet genom att sötvatten tar mer plats än saltare vatten. Issmältning från glaciärer samt en beräknad tillväxt av Antarktis' is är också med i de globala klimatmodellerna²².

Nationella analyser för detaljerade förhållanden i svenska vatten görs av SMHI. Beräkningarna baseras på de bästa möjliga antaganden som kan göras i dagsläget men innehåller ändå ett visst mått av osäkerhet eftersom vi inte vet hur utsläppssituationen ser ut i framtiden. Efterhand som mätserierna av klimatdata blir längre kommer precisionen i beräkningarna att höjas. Enligt FN:s klimatpanel, IPCC, steg världshaven cirka 1.8 mm/år under perioden 1961-2003 och cirka 3.1 mm/år under perioden 1993-2003, vilket indikerar att världshavens medelvattennivå har ökat mer påfallande under senare tid²³.

¹⁹ SGI: Släntstabilitet i jord. Underlag för att förutse och förebygga naturolyckor i Sverige vid förändrat klimat, 2005

²⁰ Ibid.

²¹ Ibid.

²² SMHI, 2008, Klimatunderlag för Tyresö kommun

²³ SMHI, 2008, Klimatunderlag för Tyresö kommun

I samband med att vind blåser över en vattenyta i till exempel en vik förs vatten i vindens riktning från en sida av viken till den motsatta. Det transporterade vattnet strömmar sedan tillbaka, vanligen längs botten. Beroende på djupförhållandena sker denna återströmning mer eller mindre lätt och vatten kan "stuvast" upp i de inre vindutsatta delarna av viken. Med hjälp av formler kan uppstuvningseffekten i ett aktuellt vattenområde beräknas för en viss vindhastighet.

2.4 Kunskapsläget i kommunen

Kommunens kunskapsläge baserar sig på genomförda geotekniska undersökningar, stabiliseringsåtgärder i vissa markområden, en förstudie av ras- och skredkänsliga områden, en översiktlig översvämningskartering längs Tyresån samt en inventering av förorenade områden i kommunen. Som komplettering av befintligt material, beställdes två ytterligare utredningar. Den första bestod i att ta fram underlag över väderhändelser som påverkar kommunen eller kan komma att göra det i ett framtida klimat. Den andra utredningen innefattade en inventering av riskområden i Tyresö samt en bedömning av vad klimatförändringen kan ha för påverkan.

Befintligt kunskapsunderlag som baserar sig på;

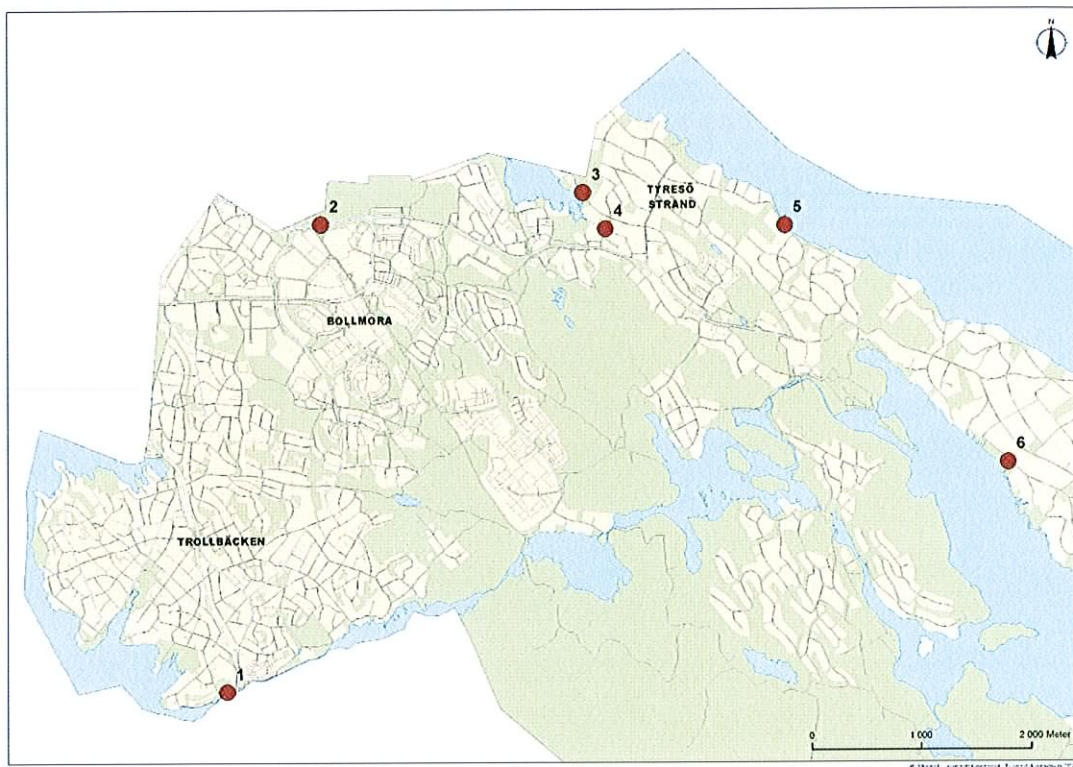
- genomförda geotekniska undersökningar och markstabiliseringsåtgärder (1954-2008), SWECO
- en förstudie av ras- och skredkänsliga områden (1996), SGI
- en översiktlig översvämningskartering längs Tyresån, (2007), Räddningsverket
- en inventering av potentiellt förorenade områden i Tyresö, (2002), Länsstyrelsen i Stockholms län
- klimatunderlag för Tyresö kommun, en studie av SMHI, (2008) med fyra delundersökningar:
 - framtida havsvattenstånd och återkomsttider för dagens och framtidens klimat
 - beräknade flöden i framtida klimat
 - förändring i nederbördens beteckning
 - översvämningskarta i GIS (Erstaviken, Kalv-, Vissvass- samt Ällmorafjärden)
- inventering av riskområden samt bedömning av klimatförändringens påverkan på markstabilitet (2008) SWECO.

3. Geotekniska undersökningar

Samtliga geotekniska undersökningar som har genomförts i Tyresö kommun allt sedan 1954 finns redovisade i bilaga 1.

4. Stabiliseringsåtgärder

Ett antal stabiliseringsåtgärder har gjorts under årens lopp, de som redovisas här är åtgärder för att förstärka väg- och VA-byggnationer.



Figur 2. Genomförda stabiliseringsåtgärder i Tyresö kommun, (se beskrivning nedan).

Genomförda stabiliseringsåtgärder

1. VA-ledningarna och vägen längs med Gudö å förstärktes upp med hjälp av kalkcementpelare när husen vid Gudöterrassen byggdes.
2. Tyresövägen från gångtunneln vid härbärgets fram till Bollmoravägen förstärktes vid byggnationen med hjälp av pålning och påldäck (gjutna betongplattor).
3. Slumnäsvägen vid Öringesjön byggdes upp med frigolitskivor, för att få en så lätt vägöverbyggnad som möjligt när det nya bostadsområdet vid Fageruddsvägen byggdes.
4. Avloppspumpstationen vid Vårlden 5 krävde förstärkningsåtgärder när den byggdes. Det utfördes med kalkcementpelare.
5. Strandvägen 39-47 där har, och kommer det krävas stabiliseringsåtgärder vid byggnationen av VA-ledningar samt även för vägen. Åtgärderna som är gjorda är byggande av påldäck, det kommer att ske även i den etapp (sjöbacken) som nu snart ska bebyggas.
6. Finborgsvägen vid Breviks skola, där har väg- och VA-byggnationen förstärkts med hjälp av 2 600 kalkcementpelare mot Kalvfjärden.

5. Förstudie, översiktlig kartering av stabilitetsförhållanden

5.1 SGI:s förstudie (1996)

På uppdrag av Statens Räddningsverk (SRV), genomförde Statens Geotekniska Institut (SGI) under 1996 en förstudie inför översiktlig kartering av stabilitetsförhållandena i bebyggda områden inom delar av Stockholms län (13 kommuner²⁴), Tyresö var en av de studerade kommunerna. Förstudien genomfördes i samråd med länsstyrelsen och respektive kommun. Förstudierna syftade till att:

- knyta kontakt med lämplig förvaltning inom respektive kommun och inhämta befintlig kunskap om stabilitetsförhållandena inom områden med befintlig bebyggelse
- i samråd med respektive kommun avgränsa vilka delar inom kommunen, som är i behov av kartering av stabilitetsförhållandena
- inventera tillgängligt underlagsmaterial för karteringen i form av flygbilder, kartor och geotekniska utredningar
- föreslå omfattning av karteringen av stabilitetsförhållandena i länet och turordningen mellan kommunerna.

5.2 Geologiska och topografiska förhållanden i Tyresö

Stockholms län ligger i den så kallade "mellansvenska låglandsregionen". Regionen karaktäriseras av utbredda lerslätter, mindre berg- och moränområden samt stora rullstensåsar som genomkorsar landskapet huvudsakligen i nord-sydlig riktning. Kalt berg förekommer med mycket varierande utbredning. På Södertörn och i Stockholms skärgård utgörs cirka 50 procent av landytan av kalt berg, medan berg i dagen är mera sällsynt i slättnområdena. Hela länet ligger under högsta kustlinjen (HK) och jordlagren har därför utsatts för svallning och omlagring i samband med landhöjningen. I slutningarna har ofta svallsediment (grus och sand) avlagrats. De grova svallsedimenten underlagras ofta av silt eller lera. Finnermaterial, ler och silt, har förts ut med smältvattnet och sedimenterat i en lugnare miljö. Lerorna har mycket stor utbredning i Mellansverige speciellt i Mälar-Hjälmarsänkan. I skyddade lägen, till exempel i havsvikar och sjöar förekommer en ökad halt av organiskt material i lerorna, vilket medfört avsättning av gyttjeleror. Tyresös natur är typisk för Södertörn med starkt kuperad sprickdalsterräng med mager hällmarksskog på höjderna och lermaterial i dalgångarna.

5.3 Slutsatser och förslag enligt förstudien

SGI föreslog i förstudien att översiktliga karteringar av stabilitetsförhållandena utförs i samtliga kommuner. SGI föreslog att Tyresö kommun skulle komma på femte plats i turordningen för översiktlig kartering av stabilitetsförhållanden (alternativt andra plats då första platsen delades av fyra kommuner). De områden där översiktlig kartering bör enligt SGI utföras inom de inventerade områdena har markerats på karta, se figur 3 nedan. Områdenas karaktär och geologi beskrivs kortfattat nedan.

5.3.1 Drevviken och Gudö å

Området ligger utmed de östra delarna av Drevviken och norr om Gudö å. Enligt geotekniska undersökningar utförda för områdena utmed Gudö viken och Gudö å består jorden av 1-10 m lös lera på löst lagrad silt med lerskikt. Inom fastmarksområdet norr

²⁴ Danderyd, Lidingö, Nacka, Norrtälje, Sollentuna, Solna, Stockholm, Sundbyberg, Tyresö, Täby, Vaxholm, Värmdö och Österåker.

därom består jorden ner mot Drevviken av silt och morän och mot Gudö ån av torrskorpelera på silt. Bebyggelsen utgörs främst av radhus och villabebyggelse.

5.3.2 Tegelbruket – Nytorp

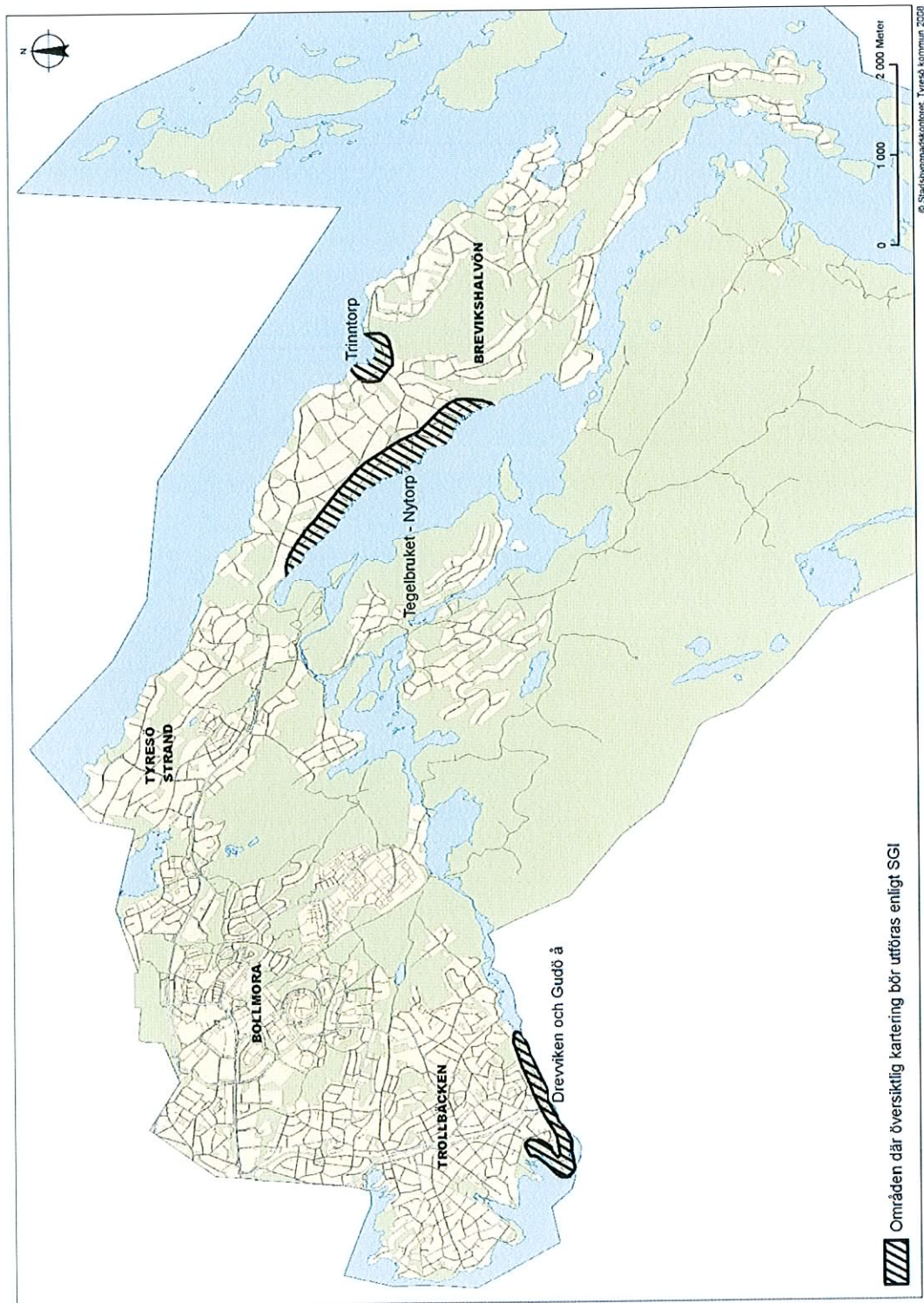
Området är beläget vid Kalvfjärden i de östra delarna av kommunen. Jordarten utgörs av områden med omväxlande gyttjeler, lera och fastmark (berg och morän). Området ligger i svag lutning ner mot vattnet. Enligt uppgift förekommer ställvis besvärade grundförhållanden och sättningsproblem.

5.3.3 Trinntorp

Området ligger i sluttning ner mot Erstaviken. Bebyggelsen utgörs av villor. Ytterligare ett trettiotal tomter har avstyckats i anslutning till befintlig bebyggelse. Bebyggelsen är delvis anlagd på finsediment.

5.4 Slutsats om kunskapsläget

Utredningen är endast en förstudie **inför** översiktlig kartering, det råder därför osäkerhet kring hur ras- och skredkänsliga de utpekade områdena verkligen är samt om det eventuellt finns ytterligare riskområden i kommunen.



Figur 3. Översiktskarta över Tyresö kommun, markerade områden är utpekade av SGI som i behov av översiktlig kartering.

6. Översiktlig översvämningsskartering längs Tyresån

6.1 Översvämningsskartering (2007)

Räddningsverket (SRV) har bland annat som uppgift att ta fram översiktliga översvämningsskarteringar för landets kommuner och länsstyrelser. SMHI fick i uppdrag av Räddningsverket att genomföra en översiktlig översvämningsskartering längs Tyresån som omfattar sträckorna från:

- inloppet av sjön Orlången och vidare genom sjöarna Ågestasjön, Magelungen, Drevviken och till mynningen i Östersjön
- utloppet av Lycksjön till Drevviken
- utloppet av sjön Ådran via Lismaån till Drevviken
- utloppet av sjön Trehörningen till Ågestasjön.

Kartläggningen är översiktlig och därmed begränsad till att gälla för övergripande insatsplanering av räddningstjänstens arbete och som översiktligt underlag vid kommunens riskhantering och samhällsplanering. Slutprodukten är kartor med översvämningsszoner vid 100-års flöde och beräknat för högsta flöde. Det senare flödet är i princip beräknat enligt Flödeskommitténs riktlinjer för dammdimensionering (dammar i riskklass 1)²⁵.

6.2 Slutsatser av SRV:s övergripande skartering

Den övergripande skarteringen av SMHI och Räddningsverket påvisar att Tyresös stränder utmed Tyresån mer eller mindre skulle påverkas av en förändring av vattenstånd i Drevviken, Tyresö-Flaten, Fatburen samt Kalvfjärden.

Särskilt utsatta områden det vill säga, inom områden som av utredningen har klassats som översvämningsskänkliga (antingen för översvämning för 100-års-flöde och/eller beräknat högsta flöde) är:
Gudö, Fornudden, Sofieberg, Skälsätra, Persudde, Gimmersta, Nyfors, Bergholm, Solberga.
Se även figur 4 nedan.

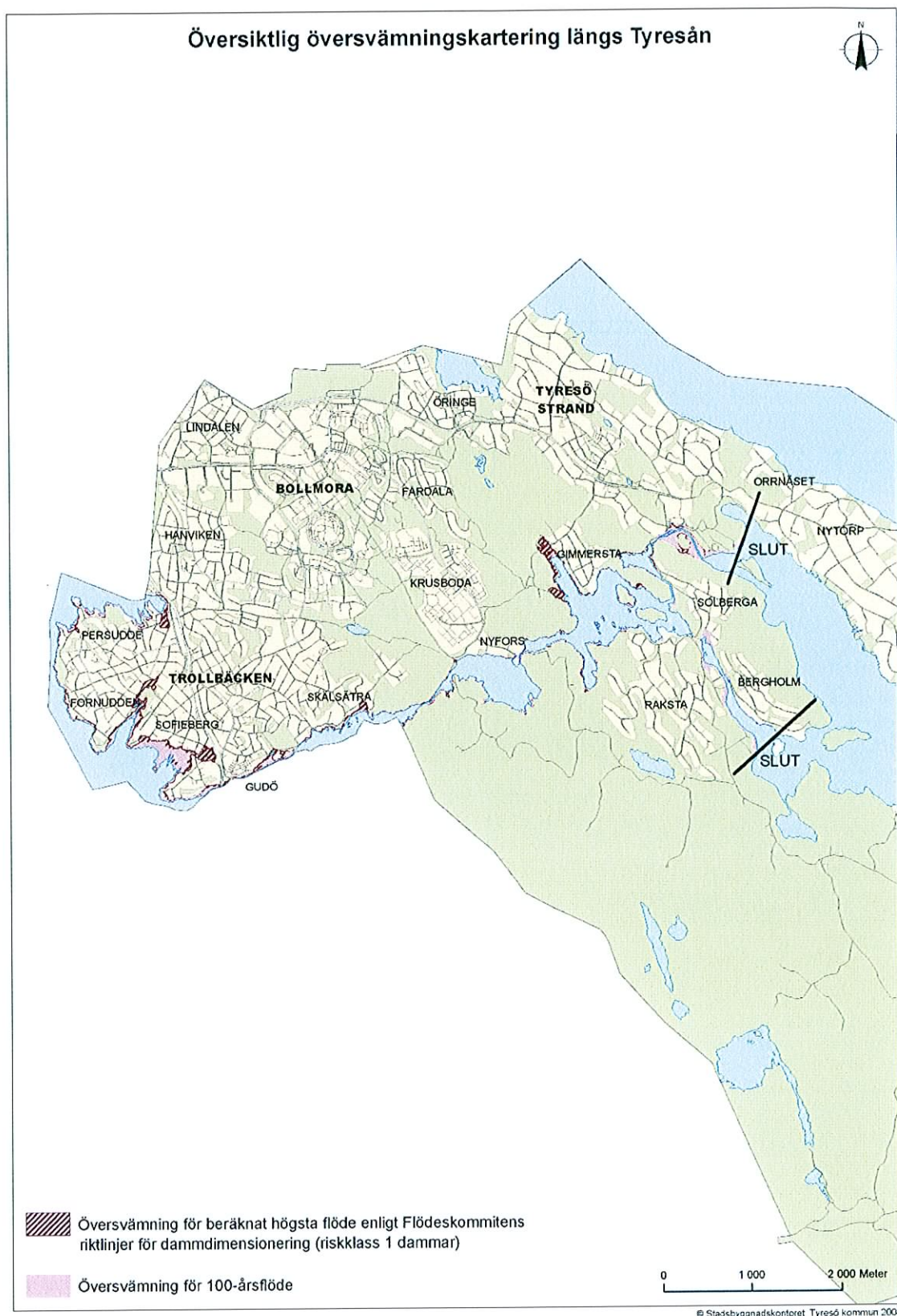
6.3 Slutsatser om kunskapsläget

Endast Tyresåns sjösystem är inkluderat i skarteringen, resterande delar av kommunens kustzon har ännu inte inkluderats i någon översvämningsskartering.

Utredningen baseras på ett antal antaganden som ska hållas i åtanke:

- Alla dammar och större broar står kvar vid höga flöden
- vid dammar har antagits att tappning motsvarande produktionstappning sker upp till dämningssgräns, däröver antas att alla utskov är helt öppna
- ingen tappning sker genom kraftverkens turbiner vid 100-års och beräknat högsta flöde
- vid både 100-års och beräknat högsta flöde har Östersjöns nivå antagits vara +1,02 m i höjdsystem RH70, vilket är ett beräknat vattenstånd med 100 års återkomsttid
- ingen hänsyn är tagen till vind- och vågpåverkan.

²⁵ Statens Vattenfallsverk, Svenska Kraftverksförening, Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, 1990. Riktlinjer för bestämning av dimensionerade flöden för dammanläggningar. Slutrapport från Flödeskommittén



Figur 4. Översiktlig kartering längs Tyresaån.

7. Potentiellt förorenade områden i Tyresö kommun

7.1 Länsstyrelsens inventering (2002)

Länsstyrelsen i Stockholms län arbetar liksom övriga länsstyrelser med ett långsiktigt arbete för att identifiera förorenade områden. Tyresö kommun beviljades av länsstyrelsen om medel för att genomföra en inventering av misstänkt förorenade markområden. Inventeringen har gjorts enligt den vägledning för inventering för förorenade områden efter BKL (branschklassificering) som Naturvårdsverket tagit fram, den så kallade MIFO-metoden²⁶.

Ett förorenat område är ett område vars innehåll av miljöskadliga ämnen påtagligt överskrider lokala eller regionala bakgrundshalter i såväl mark som sediment. Föroreningen är ofta orsakad genom någon form av miljöfarlig verksamhet, exempelvis gammalt avfallsupplag eller industrianläggning. Industrifastigheterna kan ha förorenats genom tidigare utsläpp, utfyllnader, oaksam hantering eller genom olyckor. Storleken på ett område kan vara allt från en liten kemptvätt till ett större industriområde.

7.2 Konsekvenser av ett förändrat klimat

Ökade nederbördsmängder, högre vattenstånd, ökad avrinning och översvämning av markområden kan innebära att läckaget från förorenade områden i anslutning till sjöar och vattendrag kan komma att öka. Detta kan få särskilt allvarliga konsekvenser i de fall som vattnet utnyttjas som drickvattentäkt. Föroreningar i mark, sediment eller byggnader kan spridas och skada omgivande natur samt utgöra en fara för människors hälsa²⁷.

7.3 MIFO-objekt i Tyresö kommun

Länsstyrelsens rapport behandlar 183 områden i Tyresö kommun där föroreningar är kända eller där man kan misstänka att det kan finnas föroreningar. Att en fastighet finns med i sammanställningen betyder **inte** att föroreningar har konstaterats.

7.4 MIFO-objekt inom KRÖS-områden

Denna inventering (KRÖS), identifierade 22 stycken objekt i kommunen som har pekats ut som misstänkt förorenade. Objekten är belägna inom zoner som klassats som översvämningskänsliga (15 st), i behov av stabiliseringskartering (3 st), eller är belägna i områden med postglacial lera vilket ökar skredkänslighet i samband med lutning, (4 st). I denna delrapport har ställning inte tagits till huruvida objekt inom områden med postglacial lera även löper någon risk för skred på grund av sluttande terräng.

Som bedömningsgrund för översvämningskänslighet har Räddningsverkets utredning från 2007 legat till grund. Räddningsverkets utredning pekade ut områden belägna inom zoner som beräknats kunna vara utsatta för antingen för översvämning för 100-års-flöde och/eller beräknat högsta flöde. Som bedömningsgrund för ras- och skredkänslighet, ligger SGI:s förstudie från 1996. Samtliga 22 MIFO-objekt som utpekats av denna utredning som eventuella riskområden återfinns i bilaga 3.

²⁶ Metodik för Inventering av Förorenade Områden, MIFO, rapport 4918

²⁷ Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU 2007:60)

7.5 Slutsatser om kunskapsläget

De utpekade platserna måste undersökas vidare för att kunna avgöra om de är förorenade och om de behöver saneras.

Kartläggningen bör ses som en första etapp i en fullständig MIFO – fas 1 inventering för kommunen. Riskklassning är enbart gjord i enlighet med den generella branschriskklassning som tagits fram av Naturvårdsverket. Kartläggningen är inte komplett, då den huvudsakligen har inriktats på nedlagda verksamheter, vilken innebär att ytterligare objekt kan tillkomma. Länsstyrelsens riskklassning av MIFO-objekten är preliminär och är i behov av revidering i samband med vidare undersökningar.

Ett objekt (en nedlagd verkstadsindustri med historiska anor) är riskklassad enligt den högsta riskklassen - 1 och bör enligt Länsstyrelsen åtgärdas på sikt. Två branscher, en nedlagd bensinstation samt ett nedlagt pappersbruk är inom riskklass 2. Ett nedlagt avloppsreningsverk (idag en pumpstation) har rankats vara av klass 3. Se även bilaga 5 för översiktskarta.

8. Kompletterande utredning 1 – klimatpåverkan på Tyresös kustlinjer

För att underlätta beslutsfattandet i samband med sin framtida bebyggelseplanering samt belysa några olika klimatparametrar, gav kommunen en extern konsult (SMHI) i uppdrag att ta fram underlag över väderhändelser som påverkar kommunen eller kan komma att göra det i ett framtida klimat. Uppdraget bestod av tre delar, de övergripande resultaten av respektive delområde presenteras nedan.

8.1 Framtida havsvattenstånd och återkomsttider för dagens och framtidens klimat

Beräkningarna från framtidens klimat bygger på klimatserier hämtade från två olika klimatscenarier, dels B2 och A2 (se avsnitt 2 samt bilaga 4). Dessutom beräknas havsvattenståndet i ett historiskt perspektiv, genom en referenssimulering gällande dagens klimat. IPCC:s samlade material av forskningsrapporter tyder på att Nordsjöns medelvattenyta kan ligga upp mot 0,2 m över IPCC:s globala nivåer. Detta, inklusive landhöjningen har SMHI tagit hänsyn till i den beställda utredningen.

8.1.1 Resultat

Landhöjning

Konsulten fastställde den absoluta landhöjningen i Tyresö till 52 cm/100 år. Landhöjningen var innan år 1990 snabbare än vattenståndshöjningen, men sedan dess har vattenståndshöjningen accelererat något och överskridit landhöjningen.

Medelvattenytan

Medelvattenytan i framtidens klimat (2071-2100), kommer att ligga någonstans mellan -58 och -12 cm i RH00 (enligt fyra klimatscenarier). Dagens medelvattenyta är -39 cm i RH00.

Extrema vattennivåer och förväntad återkomst

Med en händelses återkomsttid menas att den inträffar eller överträffas i genomsnitt en gång under denna tid. Det innebär att sannolikheten för exempelvis ett 100-års flöde är 1 på 100 för varje enskilt år. Eftersom man exponerar sig för risken under flera år blir den ackumulerade sannolikheten avsevärd. För ett hus som står i 100 år i ett område som endast är skyddat mot ett 100-års flöde, är sannolikheten för översvämning under denna tid hela 63 procent. Se tabell 1 samt bilaga 4.

Tabell 1 Sambandet mellan återkomsttid, exponerad tid och sannolikhet i procent

Återkomsttid (år)	Sannolikhet under 50 år (%)	Sannolikhet under 100 år (%)
100	39	63
1000	5	9,5
10 000	0,5	1

Tabell 1 Sambandet mellan återkomsttid, exponerad tid och sannolikhet i procent

För extrema nivåer har vattenståndet med 100 års återkomsttid räknats ut för två scenarier, A2 och B2.

- Beräknad nivå med återkomsttid 100 år är + 114 cm i A2 - högt scenario. För 50 års återkomsttid är den nivå som beräknas överskridas i ett framtida klimat 107 cm.

- För ”mest gynnsamma scenario” (lågt scenario) är havsvattenhöjningen mindre än landhöjningen och medel-, hög-, och lågvatten för detta scenario är därför lägre än idag.
- För dagens klimat (1961-1990) är beräknad vattenstånd med 100 års återkomsttid 69 cm i RH00.
- Beräknad snedställning på grund av vind är liten, cirka 3 cm både på in- och utsidan av Brevikshalvön.

Tabell 2. Beräknade havsvattenstånd för olika återkomsttider i Tyresö kommun

	2 år	10 år	50 år	100 år
Dagens klimat 1961-1990	17 – 25	41 - 53	56 - 77	61 - 87
Lågt scenario 2071-2100	-2 – 6	22 - 34	37 - 58	42 - 68
Högt scenario 2071-2100	52 – 61	81 - 94	99 - 122	105 - 134

Tabell 2. Beräknade havsvattenstånd för olika återkomsttider i Tyresö angivet i cm i RH00. Siffrorna anger 95 % -igt konfidensintervall för det framräknade återkomstvärdet. Med dagens klimat menas 1961-1990; med framtidens klimat menas 2071-2100.

8.1.2 Några slutsatser om resultaten

Antydan till ökat havsvattenstånd

I mätserier av havsvattenstånd i regionen finns en antydan till att den minskning som orsakas av landhöjningen avtagit sedan 1990. SMHI förklarar detta med att de naturliga mellanårsvariationerna är stora och gör det svårt att dra några säkra slutsatser. Med anledning av att vattenståndshöjningen i regionen har varit snabbare än landhöjningen, finns skäl att noga följa forskarnas signaler om utvecklingen av världshavens vattennivåer.

Ökad stormfrekvens gör höga vattenstånd allt vanligare

Rosby Centres simuleringar visar att det regionala vattenståndsklimatet förändras i framtiden. Förändrat klimat med bland annat högre stormfrekvens gör att höga vattenstånd jämfört med medelvattenytan förekommer oftare om 100 år jämfört med idag.

Vinduppstuvningseffekter

I samband med att vind blåser över en vattenyta i till exempel en vik förs vatten i vindens riktning från en sida av viken till den motsatta. Det transporterade vattnet strömmar sedan tillbaka, vanligen längs botten. Beroende på djupförhållandena sker denna återströmning mer eller mindre lätt och vatten kan ”stuvras” upp i de inre vindutsatta delarna av viken. Då bottendjupet är relativt stort från Saltsjön och ut mot öppna havet bedöms uppstuvningseffekten i detta fall vara liten²⁸.

8.1.3 Osäkerheter

Undervärderade scenarier?

Enligt FN:s klimatpanel, IPCC, steg världshaven cirka 1.8 mm/år under perioden 1961-2003 och cirka 3.1 mm/år under perioden 1993-2003. Den beräknade vattenytan enligt ”lågt scenario” kan därför vara underskattad. Havet slutar sannolikt heller inte att stiga år 2100 och de nivåer SMHI har beräknat för perioden 2071-2100 kommer med stor säkerhet att överträffas längre fram i tiden. Det är inte heller orimligt att nivåerna kan justeras uppåt redan under detta sekel beroende på hur Grönlandsisen kommer att påverka havsnivån.

²⁸ SMHI, 2008. Havsvattenstånd utanför Tyresö – nu och i framtiden

Havsvattenståndet 114 cm i RH00 har beräknats för 100 års återkomsttid i ett högt scenario. Högsta uppmätta värde i Stockholm är 78 cm i RH00 relativt dagens medelvattenstånd och är alltså högre än 100-års återkomstnivå för dagens klimat.

Vågexponering och vinduppstuvning?

Vågexponering kan också bidra till en tillfällig överspolning, någon analys av vågeffekter har inte ingått i denna utredning. Inte heller ingick beräknat tillskott genom vinduppstuvning i utredningen. Denna effekt bedöms dock av konsulten vara liten på grund av tillfredställande djupförhållanden i omgivande fjärdar.

Generella osäkerheter

Det är viktigt att hålla i åtanke att det finns osäkerheter i framtagna globala såväl som regionala och lokala klimatscenarier. Då det gäller regionala bedömningar, är kunskaperna om partiklars påverkan på klimatet fortfarande begränsad. Klart är dock att partiklars påverkan är större i vissa regioner än globalt. En och samma beräknad global uppvärmning kan också leda till olika ändringar i den allmänna cirkulationen och därmed till osäkerhet kring hur stor uppvärmningen blir regionalt. Även naturliga variationer i exempelvis temperatur och nederbörd visar i allmänhet mycket större fluktuationer regionalt än på den globala skalan. Sammanfattningsvis innebär detta att det behövs flera regionala scenarier både för att belysa vilka resultat som är robusta och likartade mellan scenarierna och vilka de huvudsakliga osäkerheterna är.

8.2 Beräknade framtida medelflöden och 100-årsflöden

Idag beräknas dimensioneringsunderlag för byggande i vatten genom frekvensanalys av befintliga hydrologiska mätserier. Serierna innehåller information om hur de hydrologiska förhållandena har varit och dimensioneringsunderlagen som baseras på dessa kommer således att gälla för en period som redan har passerat.

Genom att använda befintliga regionala klimatscenarier tillsammans med hydrologiska modellberäkningar kan framtida hydrologiska scenarier tas fram. Eftersom alla beräkningar om framtiden innehåller en stor dos osäkerhet, används resultaten från alla de fyra olika framtidsscenarierna i analysen och resultaten redovisas som förändringen i procent när perioden 2071-2100 jämförs med normalperioden 1961-1990. Flödesberäkningarna har gjorts för Tyresåns mynning i havet.

8.2.1 Resultat

I regionen sydöstra Sverige, som innefattar Tyresö kommun, tyder alla fyra scenarierna från klimatmodellerna på minskad medelårsavrinning på runt 10- 20 procent. Även för de extrema flödestopparna påvisas en minskning. Frekvensanalys av de olika modellkörningarnas resultat visar att dygnsflödet i Tyresåns mynning i Östersjön med återkomsttiden 100 år, mot slutet av detta sekel kommer att minska i samtliga fyra scenarier. Minskningen av flödet varierar mellan 25 och 40 procent.

Ett annat sätt att jämföra kan formuleras så att flödet av den storleksordning som i dag har en statistisk återkomsttid på 100 år ser ut att bli ovanligare i framtiden och återkomma mer sällan än en gång på 1000 år. SMHI understryker vikten av att en eventuell framtida minskning av det dimensionerande flödet inte används som planeringsunderlag eftersom dimensioneringen även måste uppfylla kraven för dagens situation.

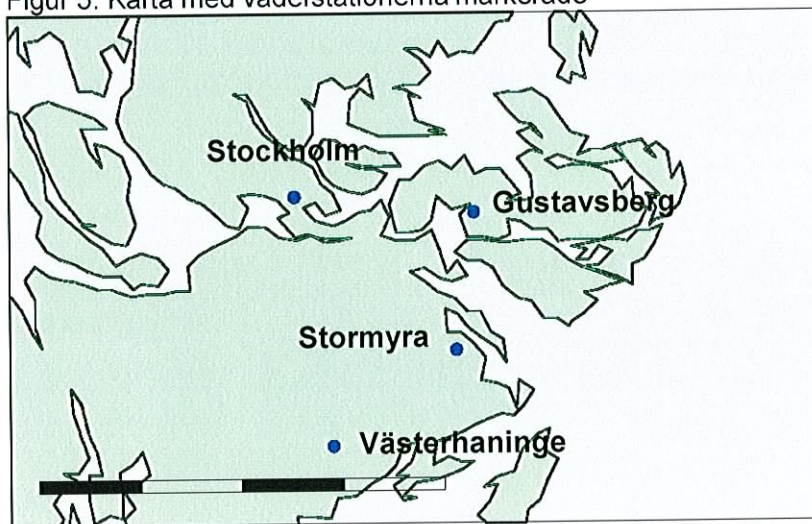
8.3 Eventuell förändring i nederbördens beteende - totala mängder, skyfallsliknande scenarier och förändrad årsrytm

Med utgångspunkt från dagliga mätningar av nederbörd under många år har en studie av nederbördens beteende i Tyresö kommun gjorts. Analyser har utförts för:

- Totala mängder
- extrem dygnsnederbörd
- trender
- när på året som årets största dygnsnederbörd inträffar.

SMHI mäter inte nederbörd i Tyresö, istället har fyra närliggande stationer nyttjats för denna studie, se figur 5. Den period som ligger till grund för denna undersökning är 1961-maj 2008.

Figur 5. Karta med väderstationerna markerade



Figur 5. Karta med väderstationerna markerade

Nederbördsmängden mäts dagligen enligt fasta tider. Dygnsnederbörden avser den mängd som fallit från klockan 7 aktuellt dygn till klockan 7 följande dygn. Nederbörden rapporteras i mm (liter/m²). Mätt och sann nederbörd är nästan lika vid kraftiga regnskurar och svag vind. Den uppmätta årsnederbörden behöver korrigeras med 5 procent - 30 procent för att få en sann nederbörd beroende på hur vindutsatt stationen är.

8.3.1 Resultat

Årsnederbörd

Den genomsnittliga årsnederbörden för de fyra stationerna har varierat från ca 400 mm till 700 mm, mellan åren 1961-2008. Från den linjära trendlinjen ser vi att nederbördsmängden ökat med ca 10 procent, från ca 560 mm - ca 625 mm. Trenden är dock inte enhetlig för de fyra stationerna. Trenden visar på att årsnederbörden i Stockholm i stort sett varit oförändrad medan den ökat i Västerhaninge och Gustavsberg medan den minskat i Stormyra.

Nederbörd under de fyra årstiderna

Nederbörden i genomsnitt har varierat för de 4 stationerna i medel under olika årstider (3-månadersperioder) mellan åren 1961-2008²⁹. Trenden pekar på att nederbörden ökat något under alla månader utom hösten där den varit i stort sett konstant.

²⁹ Med exempelvis vinter avses månaderna december-februari och vår mars-maj.

Årets största dygnsnederbörd

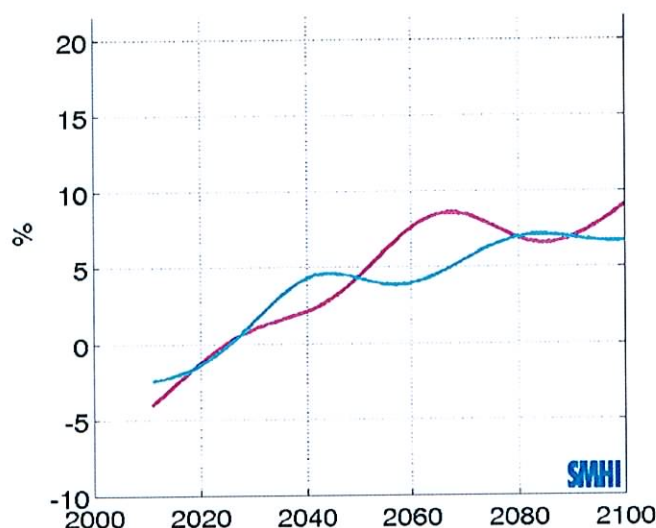
De största nederbördsmängderna förekommer ofta sommartid i form av intensiva, ofta lokala regnskurar. På en plats kan det ha kommit mycket stora mängder medan på en närliggande plats kan det ha varit uppehåll. Detta gör att man, vid studier av långsiktiga trender av kortvariga regn, måste vara försiktig i tolkning av resultaten. Ett enskilda extremt stort regn kan påverka hela trendlinjen och felaktigt visa en upp- eller neråtgående trend. Trenden för de 4 väderstationerna är dock konstant och visar på att den största mängden från klockan 7 till klockan 7 nästa dag är drygt 30 mm i genomsnitt. Dygnsnederbörden kan ha fallit som dagsregn eller som en kortvarig intensiv regnskur.

När på året som årets största dygnsnederbörd inträffar

Trenden visar på att perioden under året då den största dygnsnederbörden har förändrats allt sedan 60-talet. Under 60-talet inträffade de största dygnsregnen vanligtvis under augusti-oktober medan under 2000-talet har de största regnen inträffat under juni-augusti. Variationerna när det största regnet inträffar är dock stora. En tydlig trend för samtliga stationer är dock att årets största dygnsregn aldrig inträffat under mars månad.

Framtida extrem nederbörd

I figur 6 visas resultat av beräkningar av framtida extrem 7-dygnsnederbörd för östra Svealand. Kurvorna visar löpande 30-årsmedelvärde av nederbörd för två framtida utsläppsscenario A2 (cerise) och B2 (turkos). Den maximala nederbörden under 7 sammanhängande dagar beräknas följas åt i de två scenarierna från en liten förändring till 2010-2020 till en ökning med 5-10 procent till år 2100. Det beräknade antalet dagar med extrem dygnsnederbörd beräknas öka med 4-5 dagar. En ökning på 10 procent innebär till exempel att ett 50 mm-regn i dagens klimat inom en given tidsperiod ökar till 55 mm i framtidens klimat.

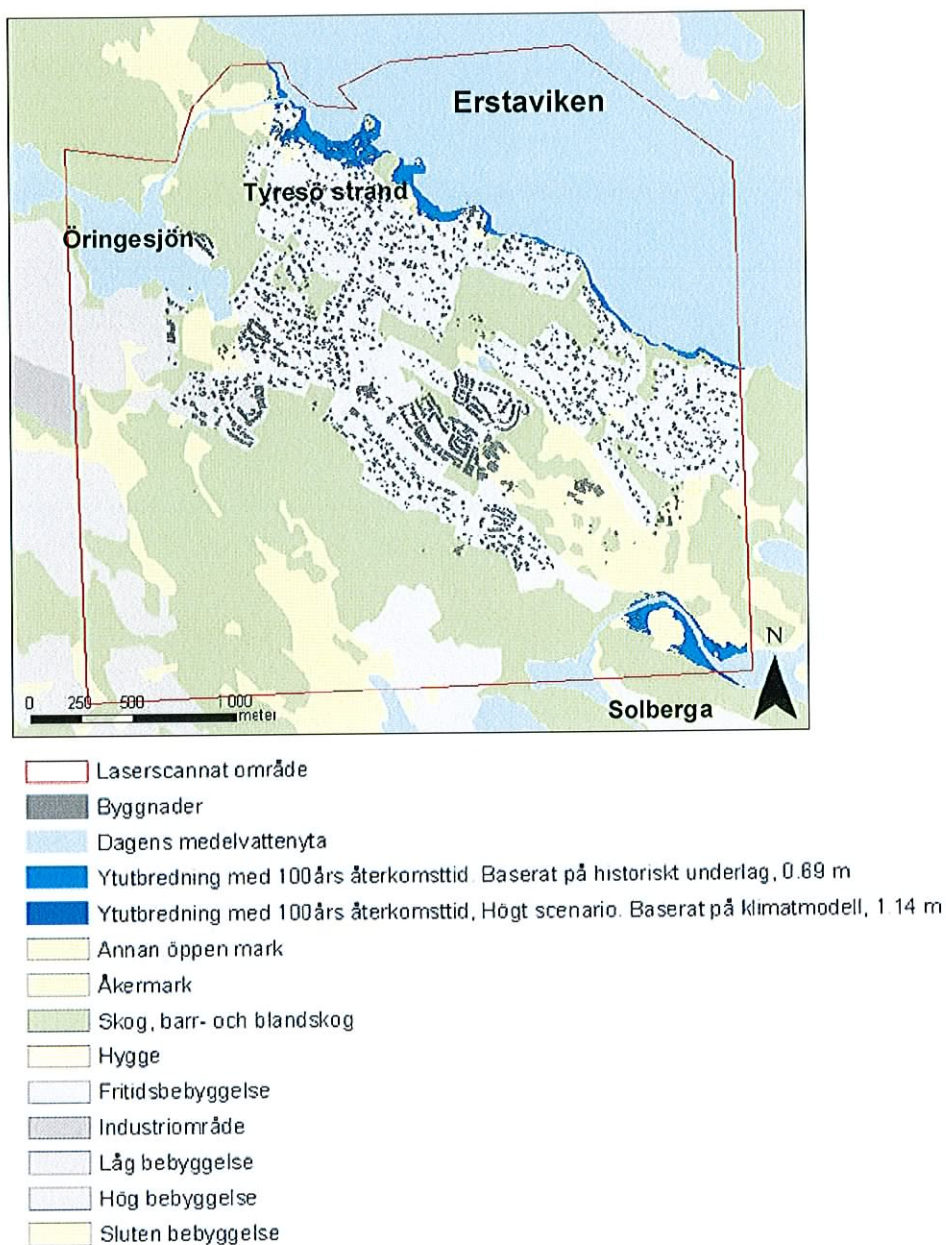


Figur 6. Beräknad förändring av nederbördsmängden i östra Svealand under sju sammanhängande dygn (i procent) 2011-2100 jämfört med det beräknade medelvärdet för 1961-1990. Kurvorna visar löpande 30-årsmedelvärde av nederbörd för två framtida utsläppsscenario A2 (cerise) och B2 (turkos).

8.4 Översvämningskarta

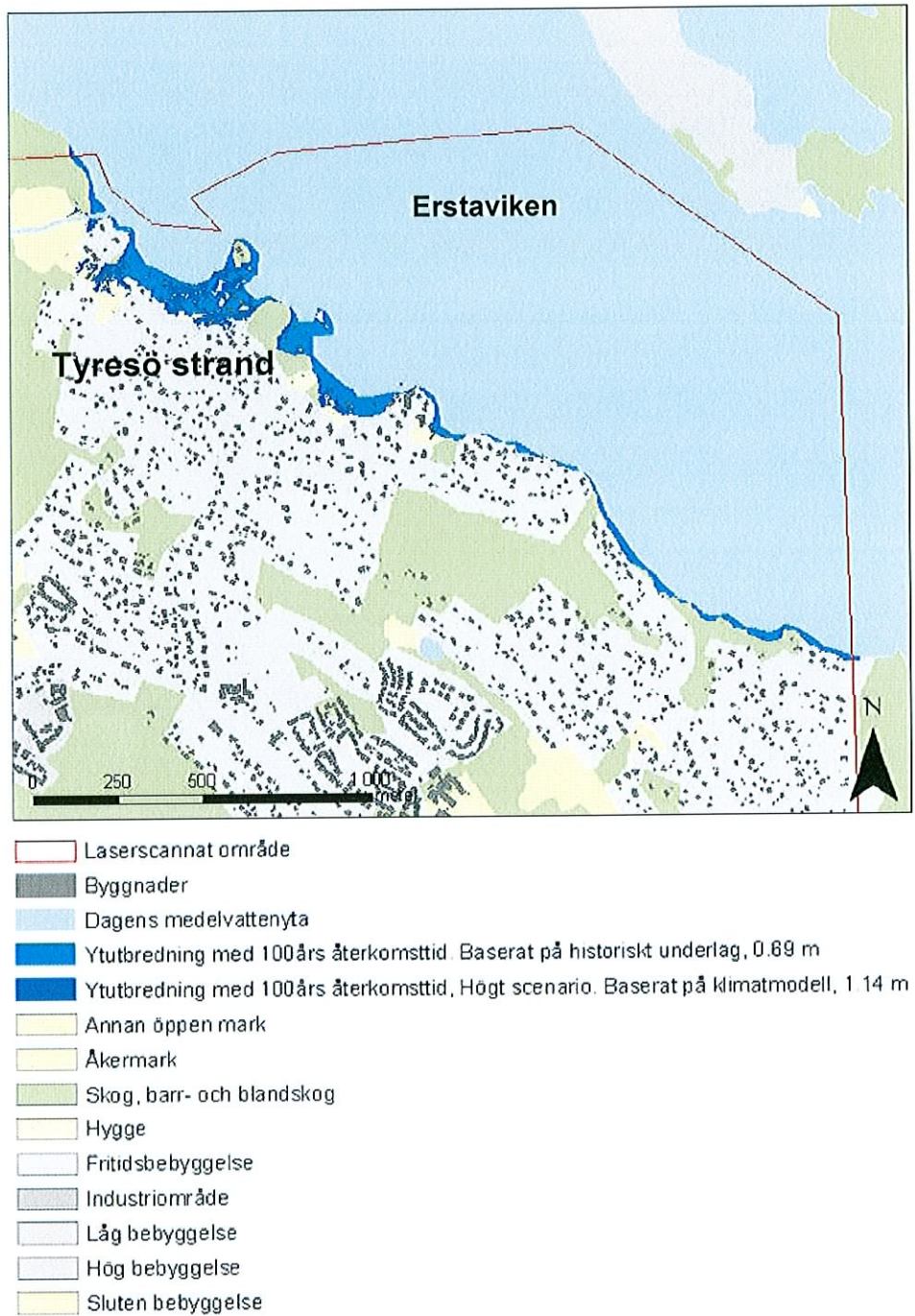
En digital terrängmodell har satts upp över kommunens kust mot Erstaviken och Kalvfjärden. Höjdmodellen baseras på laserscannade mätdata. Noggrannheten i översvämningskarteringen begränsas till noggrannheten för de laserscannade punkterna, totalt bedöms noggrannheten vara ca ± 2 dm. Översvämningsytorna har tagits fram för 100-årsvattenstånd

enligt dagens klimat samt för det mest ogynnsamma framtidsscenariot. Översvämningskartorna visar enbart havsvattenståndets påverkan på översvämningsrisken. Alla höjduppgifter är angivna i RH00.



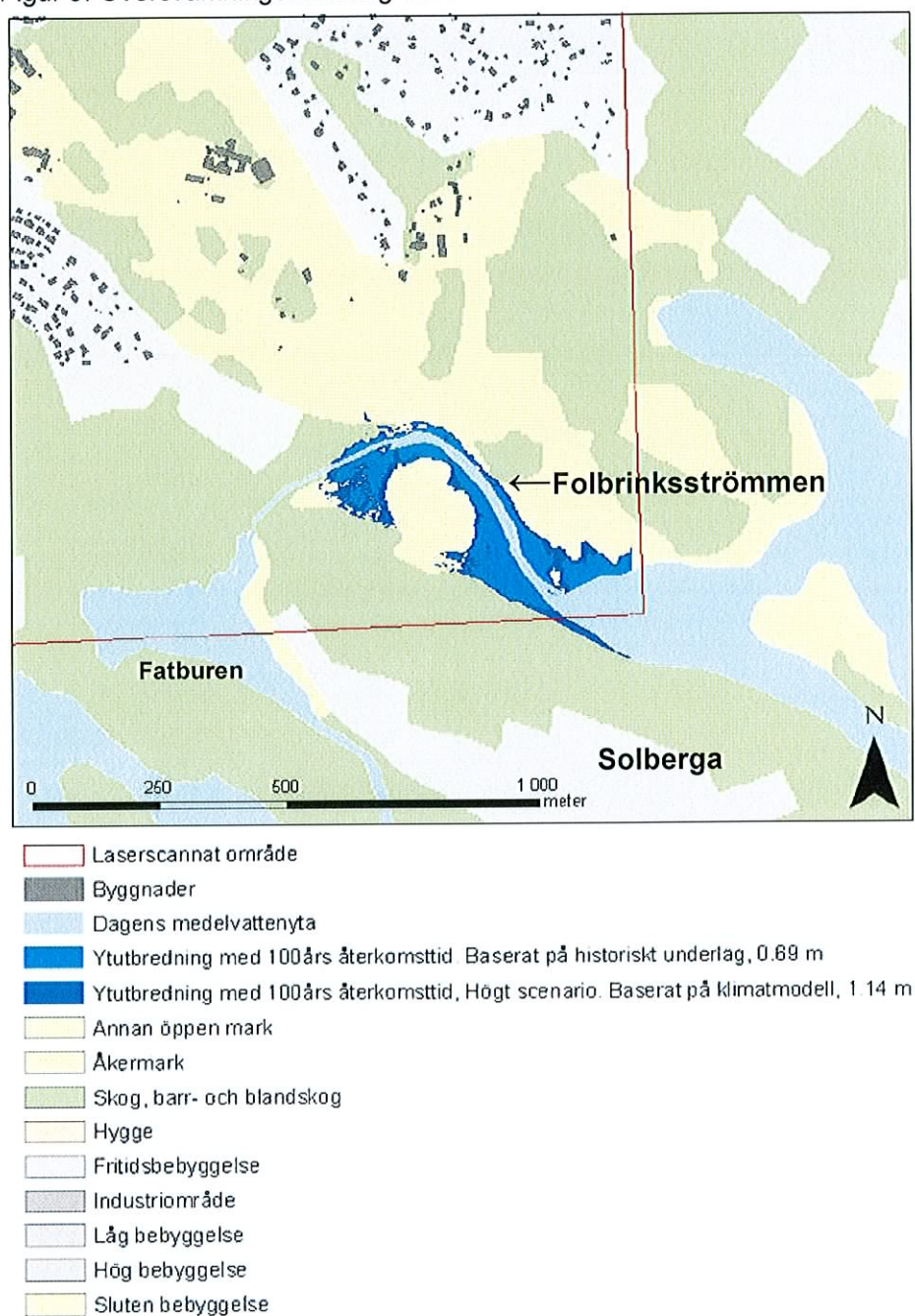
Figur 7. Översvämningskartering inom laserscannat område i Tyresö kommun. Ytutbredning vid översvämnning som beror av vattenstånd som har 100 års återkomsttid, för dagens klimat (1961-1990) och framtidens klimat (2071-2100) enligt det högsta av klimatscenariot (A2).

Figur 8. Översvämningskartering vid Tyresö strand



Figur 8. Översvämningskartering inom laserscannat område i Tyresö kommun. Ytutbredning vid översvämnning som beror av vattenstånd som har 100 års återkomsttid, för dagens klimat (1961-1990) och framtidens klimat (2071-2100) enligt det högsta av de två klimatscenarierna (A2).

Figur 9. Översvämningsskartering invid Folbrinksströmmen



Figur 9. Översvämningsskartering inom laserscannat område i Tyresö kommun, södra delen av Tyresåns mynning i Kalvfjärden. Ytutbredning vid översvämning som beror av vattenstånd som har 100 års återkomsttid, för dagens klimat (1961-1990) och framtidens klimat (2071-2100) enligt det högsta av de två klimatscenarierna (A2).