



SMHI

NYNÄSHAMNS KOMMUN



Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys – naturolyckor

Underlag till Översiktsplan 2010

NYNÄSHAMNS KOMMUN

Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys – naturolyckor

Underlag till Översiktsplan 2010

Datum: 2009-09-10
Diariernr: 2-0903-0208
Uppdragsnr: 13991
Uppdragsansvarig: Yvonne Rogbeck, SGI
Handläggare: Ann-Christine Hågeryd,
Yvonne Andersson-Sköld och
Bengt Rydell, SGI
Hans Björn, Dan Eklund och
Sofia Åström, SMHI

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	4
1 BAKGRUND	7
1.1 UPPDRAGETS OMFATTNING	7
1.2 KLIMATFÖRÄNDRINGAR OCH RISKER FÖR NATUROLYCKOR	7
2 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR UTREDNINGEN	8
2.1 PRINCIPER FÖR REDOVISNING	8
2.2 AVGRÄNSNINGAR	8
3 GEOLOGISK / GEOTEKNISK ÖVERSIKT	9
3.1 TOPOGRAFI	9
3.2 BERGGRUND	9
3.3 JORDLAGER	9
3.4 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	11
4 RISKER FÖR ÖVERSVÄMNING	11
4.1 KLIMATMODELLER OCH FRAMTIDA HAVSNIVÅER	11
4.2 HAVSVATTENSTÅND IDAG OCH I FRAMTIDEN VID NYNÄSHAMN	12
4.2.1 Vattennivåer vid vinduppstuvning	14
4.2.2 Potentiella riskområden	14
5 RISKER FÖR KUSTEROSION	15
5.1 ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV KUSTSTRÄCKAN	15
5.2 EROSIONSFÖRHÅLLANDEN	16
5.3 POTENTIELLA RISKOMRÅDEN	17
6 RISKER FÖR SKRED OCH RAS	17
6.1 ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV FÖRUTSÄTTNINGAR	17
6.2 INVENTERING AV FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR SKRED OCH RAS	17
6.3 POTENTIELLA RISKOMRÅDEN	18
7 RISKOBJEKT, FÖRORENAD MARK OCH MILJÖFARLIG VERKSAMHET	22
7.1 KLASSIFICERING OCH INDELNING	22
7.2 POTENTIELLA RISKOMRÅDEN	23
8 OMRÅDEN MED LÅGPUNKTER I TERRÄNGEN	26
9 STRATEGIER OCH ALTERNATIVA UTFÖRANDE FÖR SKYDD MOT NATUROLYCKOR	26
10 REKOMMENDATIONER FÖR FYSISK PLANERING OCH KLIMATANPASSNING	28
11 BEHOV AV KOMPLETTERANDE UTREDNINGAR	29
12 REFERENSER	30
BILAGOR	
Bilaga 1 Åtgärder för skydd mot skred, ras, erosion och översvämning	
Bilaga 2 Digital leverans av GIS-skikt	
Bilaga 3 Förteckning över potentiella riskområden redovisade på kartor	

Nynäshamns kommun Underlag till Översiktsplan 2010

Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys - naturolyckor

SAMMANFATTNING

Statens geotekniska institut (SGI) och SMHI har utfört en översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys avseende naturolyckor som underlag för översiktsplan 2010 för Nynäshamns kommun. Avsikten har varit att klargöra konsekvenserna av förändrat klimat med stigande havsnivå och ökad nederbörd när det gäller naturolyckor i form av översvämning, erosion samt skred och ras. Konsekvenser redovisas för befintlig bebyggd miljö och planerade utbyggnadsområden på tillhörande kartor och med klimatscenarier gällande för slutet av detta århundrade. Utredningen har i samråd med Nynäshamns kommun avgränsats till åtta potentiella utbyggnadsområden.

Översvämningar

Översvämningsrisker bestäms av havsvattenståndet. Översvämningsrisken ökar när vattenståndet i havet är högt samtidigt som det är höga flöden i vattendragen. Vattendragen har inte studerats i detta uppdrag och inte heller konsekvenser av intensiva skyfall.

Framtidens medel- och extrema havsnivåer i Nynäshamns kommun har beräknats för ett lågt och ett högt scenario baserade på IPCC:s värdering 2007. Det lägsta fallet som använts för översvämnings- och erosionsrisker bygger på statistiska beräkningar av havsvattenståndet i dagens klimat. Dessutom belyses förändringar utifrån den holländska Deltakommitténs bedömningar. Dagens 100-årsvattenstånd beräknas uppgå till 0,68 möh RH00. Framtida 100-årsvattenstånd har beräknats för två scenarier, där ett lågt scenario innebär en nivå av 0,60 m och ett högt scenario 1,30 m. Effekten av vinduppstuvning i samband med kraftig vind blir liten förutom längst in i Fällnäsvisken där man kan räkna med ca 0,1 m vinduppstuvning. Deltakommitténs högsta nivå ger ett beräknat 100-årsvattenstånd på 1,71 m). Alla nivåer anges i RH00. Det bör observeras att havets nivå kommer att fortsätta stiga även efter år 2100.

Det är framförallt undersökningsområdena Nynäshamn och Stora Vika, som kommer att påverkas vid det högre scenariot medan mindre områden kommer att översvämmas vid dagens förhållanden. De holländska rekommendationerna innebär behov av betydligt högre skyddsnivå.

Erosion

För de kuststräckor som ingår i utredningen finns sammanfattningsvis mycket begränsade områden med förutsättningar för erosion på stränder. För delar av Uttervik och Nicksta i Nynäshamn kommer erosion att beröra ett område ca 25-30 m från strandlinjen om inga åtgärder vidtas. Här finns inga områden med befintlig bebyggelse som kommer att påverkas. Områdena vid Fagerviken är mer skyddade mot vågexponering och här bedöms erosionen komma att omfatta en bredd längs stranden av ca 15-20 m. Här finns vissa byggnader och anläggningar som kan påverkas av erosion. Det finns behov av att närmare studera erosionsförhållandena och eventuellt vidta åtgärder för att skydda kuststräckan mot erosion. Dessutom kan stränder behöva förstärkas för att motstå framtida vattenståndshöjningar och förhindra översvämning.

Skred och ras

Stabilitetsförhållandena har studerats i anslutning till vattendrag och lutande lerterräng där det kan finnas förutsättningar för skred och ras. Jordlagren är i huvudsak fasta men i anslutning till vattendrag förekommer emellertid lera, ställvis överlagrad av gyttjelera och/eller organisk jord. Om marken inte med säkerhet kan klassas som stabil bör man gå vidare och utreda stabilitetsförhållandena. Inom följande delområden har identifierats förutsättningar för skred och behov av kompletterande utredningar:

I Grödbby finns ett mindre område närmast Fagersjön och i Sunnerby-Spångsbro området i anslutning till vattendrag, här finns även närliggande bebyggelse. I Segersäng finns ett område vid ett vattendrag samt områden längs järnvägen och i Landfjärden områden längs två vattendrag samt utmed kusten.

I Ösmo ligger obebyggda områden med förutsättningar för skred närmast sjön samt ett område med sluttande lerterräng i östra delen. I Lidatorp finns områden längs Älvviks-sjön och anslutande vattendrag samt ett område med lutande lerterräng i de centrala delarna. I Stora Vika finns tre områden vid Fållnäs-viken samt området kring branddammarna.

I Nynäshamns tätort finns områden längs kusten, längs vattendrag och vid våtmarksområdet i den nordliga delen av området, där det finns förutsättningar för skred.

Riskobjekt, förorenad mark och miljöfarlig verksamhet

Riskobjekt omfattar samhällsviktig verksamhet och kan innehålla en eller flera riskkällor, där utredningen utgått från det underlag som lämnats av kommunen. Bensinstationer samt förorenade områden är i vissa fall belägna vid randen av utredningsområde för ras och skred. Det finns ett flertal VA-anläggningar/pumpstationer inom områden med risk för översvämning, ras och skred samt erosion.

Rekommendationer för fysisk planering

Denna utredning har syftat till att klargöra var risker finns för naturolyckor för befintlig bebyggd miljö och som underlag för exploatering av ny bebyggelse. Med utgångspunkt från de översiktliga riskvärderingarna föreslås följande rekommendationer för den fortsatta planeringen och anpassning till förändrat klimat.

Generellt bör tillämpas en strategi som präglas av tillräckliga säkerhetsmarginaler i den långsiktiga fysiska planeringen. Det är också viktigt att skapa flexibilitet, dvs. att undvika att bygga fast sig i lösningar som är svåra att korrigera i efterhand.

För *exploateringsområden* är det viktigt att pröva markens lämplighet för avsett planändamål. Hänsyn måste då tas till risker för skred, ras, erosion och översvämning och en utgångspunkt måste då vara livslängden hos bebyggelse, anläggningar etc., normalt mer än 100 år. De förväntade effekterna av ett förändrat klimat under denna tidsperiod måste då beaktas.

Klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö som bebyggelse, infrastrukturanläggningar etc. kan innebära att åtgärder måste vidtas för att hindra skador till följd av naturolyckor. I denna utredning har översiktligt redovisats var sådana områden finns inom de aktuella utbyggnadsområdena. För sådana riskområden behöver risker undersökas

närmare genom detaljerade utredningar av geotekniska, topografiska och hydrologiska förhållanden.

Markanvändningen inom förorenade områden bör föregås av utredningar för bedömning av risker. Hänsyn ska tas till framtida flöden och vattennivåer som kan förväntas till följd av klimatförändringar och de följd effekter (ras, skred, erosion, översvämning) som redovisas i denna utredning.

För områden med miljöfarlig verksamhet eller samhällsviktig verksamhet som kan påverkas av naturolyckor bör utföras en specifik riskanalys. I riskanalysen ska hänsyn tas till konsekvenser av klimatförändringar och klargöras behov av åtgärder. En separat studie föreslås avseende kommunens förmåga att hantera VA systemet inklusive dagvattenhantering i samband med översvämningar där man innefattar potentiell inverkan av koliforma bakterier och andra mikroorganismer.

1 BAKGRUND

1.1 Uppdragets omfattning

På uppdrag av Nynäshamns kommun har Statens geotekniska institut (SGI) och SMHI utfört en översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys avseende naturolyckor som underlag för en översiktsplan för Nynäshamns kommun. Avsikten har varit att klargöra konsekvenserna av förändrat klimat med stigande havsnivå och ökad nederbörd när det gäller naturolyckor i form av översvämning, erosion samt skred och ras. Konsekvenser redovisas för befintlig bebyggd miljö och planerade utbyggnadsområden för att klargöra risk- och miljöfaktorer som har betydelse för användning av mark och vatten.

1.2 Klimatförändringar och risker för naturolyckor

Klimatfrågan har tillfört en ny dimension till allt långsiktigt planeringsarbete. Fortfarande måste vi acceptera att det råder stor osäkerhet kring detaljerna om hur klimatet kommer att utvecklas i en given region, något som speciellt gäller för extrema väderhändelser. Samtidigt skärps varningssignalerna från det internationella forskarsamhället efterhand som nya data och beräkningar blir tillgängliga. En ytterligare osäkerhet är hur vi på global nivå ska kunna hejda utsläppen av växthusgaser i framtiden och vilken effekt detta får. Det är följaktligen ingen överdrift att säga att planeringen nu i högre grad än tidigare måste baseras på ett underlag som präglas av stora osäkerheter.

Klimatförändringarna kan komma att innebära ökade risker för naturolyckor. Nynäshamns kommun har en ca 60 km lång sträcka skärgårdskust exklusive en mängd större och mindre öar mot Himmerfjärden, Svärdsfjärden, Konabbsfjärden och Mysingen. För denna finns risk för skador från naturolyckor till följd av klimatförändringar. Skador på byggnader, infrastruktur och samhällsviktig verksamhet kan uppstå vid översvämning vid stigande havsnivåer. Material eroderas från stränder, vilket kan leda till förlust av mark och byggnader Dessutom påverkas de ekologiska förhållanden, vilka kan ha både positiva och negativa effekter. Områden på längre avstånd från kusten kan påverkas av ökade flöden i vattendrag som kan leda till översvämning, erosion eller skred och ras i slänter.

De naturliga processer som främst påverkar erosion och översvämning är vattenstånd och vågor i havet. Vågor som når stranden eroderar material på strandplanet och vid höga vågor och vattenstånd bearbetas även högre belägna markområden, som då eroderar och kan rasa ner mot strandplanet. Om detta pågår under längre tid kommer dynerna inte att kunna skydda mot överspolning av vågor eller mot översvämning av bakomliggande områden.

Vattendragen påverkas också av ett förändrat klimat. Det blir mer ovanligt med snö när det blir varmare, vilket gör att årsdynamiken i vattenföringen förändras. I kombination med ändrad nederbördsfördelning och ökad avdunstning kan detta leda till såväl större översvämningssproblem under höst och vinter som problem med vattenbrist under torra somrar. Översvämningssproblematiken har belysts utförligt i ett delbetänkande av den statliga Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU 2006:94).

En annan typ av översvämningar är de som orsakas av intensiva skyfall, främst sommartid. Dessa orsakas av vädersystem med liten utbredning och påverkar främst dagvattensystem. De kan leda till kostsamma källaröversvämningar och skador på vägar och inf-

rastruktur. Kraftiga skyfall är speciellt allvarliga i tätorter. Det mesta tyder på att riskerna för skyfall ökar i ett varmare klimat.

Stormar kan ha förödande konsekvenser för samhället. Detta bekräftades inte minst vid stormen Gudrun, som drabbade Sverige i januari 2005. Kraftig blåst har visat sig kunna störa kommunikationer, elförsörjning, skogsbruket och kan leda till översvämningar längs kusterna. I värsta fall kan delar av samhället lamslås och det är inte ovanligt att människoliv går till spillo på grund av stormar. De klimatanalyser som hittills genomförts för Sverige ger ingen entydig bild av hur risken för stormar påverkas av ett förändrat klimat. Det går inte heller att säga att det blivit vanligare med stormar under senare år.

Ändrad riskexponering är en faktor som har stor betydelse för hur vi uppfattar utvecklingen av riskerna för extrema väderhändelser. Ofta kan man se en ökad trend beträffande skador, utan att det går att belägga att vädret blivit mer extremt. Det beror på att samhället blivit mer sårbart genom en utveckling som inte tagit tillräckligt stor hänsyn till riskerna.

En sammanställning av riskerna för naturolyckor vid förändrat klimat för bebyggelse gjordes som underlag för Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU 2007:60, bilaga B14). Här finns redovisat var de största riskområdena finns och hur skador kan förebyggas.

2 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR UTREDNINGEN

2.1 Principer för redovisning

Utredningen har utförts av Statens geotekniska institut (SGI) och SMHI. Uppläggningsarbetet har gjorts i samråd med Nynäshamns kommun med avgränsningar enligt avsnitt 2.2.

Som underlag för översiktsplanering redovisas i denna rapport risker för olika typer av naturolyckor som översvämning, erosion, skred och ras samt rekommendationer för fysisk planering och klimatanpassning. Dessutom redovisas bedömd påverkan på områden med förorenad mark, deponier, miljöfarlig verksamhet och samhällsviktig verksamhet. I ett separat avsnitt görs en bedömning av större lågpunkter i terrängen där stora vattenmängder kan komma att ansamlas.

Resultaten av utredningen redovisas dels i denna rapport, dels som digitala kartor (GIS-skikt) för olika analysdelar. En förteckning över dessa finns i Bilaga 2. Som underlagskarta i analysen har digital baskarta över Nynäshamns kommun använts.

2.2 Avgränsningar

I kommunens underlag för utredningen angavs ett antal förutsättningar som skulle analyseras och ingå i redovisningen. Utredningen har när det gäller skred, ras och kusterosion i samråd med Nynäshamns kommun avgränsats till 8 områden, som kommunen avser att utveckla. Dessa områden finns angivna på Karta 1 och omfattar ett antal tätorter och befintlig stadsbebyggelse samt föreslagna utbyggnadsområden för bostäder, service, verksamheter och utvecklingsområden. När det gäller översvämning har SMHI

tidigare utfört en utredning (2009) av översvänningsrisker som nu kompletterats med ytterligare scenarier för havsvattenstånd.

Utredningen har baserats på underlag som tillhandahållits av Nynäshamns kommun samt material som varit allmänt tillgängligt. Dessutom har förutsättningar för skred/ras och kusterosion värderats med utgångspunkt från allmänt tillgängligt geologiskt och geotekniskt underlagsmaterial.

Klimatanalyserna i föreliggande utredning baseras till stora delar på uppgifter från IPCC:s Assessment Report 4 (AR4) som presenterades vintern 2007 (IPCC, 2007) samt på regionala klimatberäkningarna genomförda vid Rossby Centre på SMHI:s forskningsavdelning. De senare är hämtade från det underlag som levererades till Klimat- och sårbarhetsutredningen under hösten 2007 (Persson et al., 2007; Andréasson et al., 2007). Hänsyn har även tagits till senare års publicerad forskning samt observationer, internationellt och vid SMHI.

3 GEOLOGISK / GEOTEKNISK ÖVERSIKT

Beskrivning av de geologiska och geotekniska förhållandena utgår från befintligt geologiskt kartmaterial med tillhörande beskrivningar från SGU samt en översiktlig skredriskkartering utförd i kommunen 1995.

3.1 Topografi

Landskapstypen inom Nynäshamns kommun utgörs i de inre och norra delarna av ett småbrutet sprickdalslandskap med förhållandevis små trånga sedimentfyllda dalgångar. Landskapet inom de kustnära områdena utgörs av utpräglad skärgårdsnatur, som karaktäriseras av att andelen kalt berg är stor i förhållande till andelen lösa sediment, samt att moränmark förekommer sparsamt.

3.2 Berggrund

Berggrunden i Nynäshamns kommun består till övervägande del av gnejser och förskiffade graniter (gnejsgraniter) med en ålder av ca 2 miljarder år. Dessa bildades alltså under den svekofenniska bergskedjeveckningen. Gnejserna är i regel ådrade och sliriga och bildades genom omvandling av sediment med en sandig och lerrik sammansättning. Dessutom förekommer horisonter, inlagringar av urkalksten (alternativt marmor inom några områden bland annat i Stora Vika. Diabasgångar med en ålder av ca 1,2 miljarder år och av växlande bredd förekommer också ställvis i den äldre berggrunden.

3.3 Jordlager

Morän har relativt obetydlig utbredning inom Nynäshamns kommun. Större ytor ned morän förekommer egentligen endast i de centrala delarna av Södertörn. I övrigt förekommer morän i mindre sänkor i hållmark eller som smala bårder på sluttningarna av bergspartierna. I sådana lägen är moränmäktigheten i allmänhet liten. Moränen inom Nynäshamns kommun har huvudsakligen en sandig-siltig sammansättning, block och stenhalt är i allmänhet måttlig och moränytorna är i regel normalblockiga.

Inom kommunen finns ett relativt stort antal isälvsavlagringar. Flertalet är små och ofta belägna i anslutning till hällar. Den största isälvsavlagringen ligger dock mellan Sorun-

da och Fagersjön och inom två av de utvalda undersökningsområdena, Sunnerby-Spångsbro och Grödby. Isälvsavlagringens yta är relativt plan, men inom vissa partier förekommer mer eller mindre markerade ryggar. En mindre isälvsavlagring finns också i de norra delarna av området Lidatorp.

Inom vissa delar av skärgårdsregionen har svallsediment (sand och grus) stor utbredning. I övrigt förekommer svallsediment huvudsakligen i anslutning till isälvsavlagringar t.ex. norr om Sorunda och inom området Sunnerby-Spångsbro.

Finsediment med varierande mäktighet förekommer i de större dalgångarna och terrängens lågpunkter. De största mäktigheterna förekommer i regel i de dalgångar, som utgör förlängningen inåt land av de större vikarna längs Östersjön. De största uppmätta lermäktigheterna, ca 20 m, återfinns inom områdena Lidatorp, i de norra delarna av Nynäshamn och i de sydöstra delarna av Landfjärden. Den ofta fastare glaciale, varviga leran har stor utbredning och är den dominerande jordarten inom stora delar av Nynäshamns kommun. Den förekommer i de högre belägna delarna av dalgångarna medan den inom lägre belägna områden överlagras av yngre, lösare postglacial lera och torv av varierande mäktighet. Inom flacka strandområdena intill sjöar och vikar och inom kärrområdena överlagras den postglaciale leran ibland av gyttjelera. Gyttjelera förekommer inom områdena Landfjärden, Ösmo, Lidatorp och inom de norra delarna av Nynäshamn.



Bild 3-1. Sedimentfylld dalgång med morän och berg i höjdpartierna, mellan Stora Vika och Nynäshamn. (Foto: SGI)

Torvmarker har liten utbredning inom Nynäshamns kommun. En del större kärr och mossar förekommer dock t.ex. väster om åsformationen vid området Sunnerby-Spångsbro. Torvmarkerna har i regel bildats genom igenväxning av forna sjöar, men de

är idag vanligen dikade. Torvmäktigheten varierar vanligen mellan 0,5-1,5 m, men det är endast de västra delarna av området Sunnerby-Spångsbro som tangerar torvområdet.

3.4 Geotekniska förhållanden

Med utgångspunkt från befintligt geologiskt och geotekniskt underlagsmaterial bedöms att det inom huvuddelen av de utvalda områdena kan förekomma finsediment, lera och silt med varierande mäktighet. Jordlagren är ofta fasta och har hög hållfasthet, men inom områdena Lidatorp, i de norra delarna av Nynäshamn och i de sydöstra delarna av Landfjärden förekommer partier med lösa leror och gyttjelera.

Fyllning troligen underlagrad av lera förekommer främst utmed Östersjökusten i området Nynäshamn. Lerans mäktighet under fyllningen kan här vara 12 m enligt jordartskartan.

Detta innebär att det i huvudsak är gynnsamma förutsättningar för grundläggning av byggnader och infrastruktur inom större delen av kommunen. I samband med detaljplanering behöver geotekniska utredningar utföras för att klargöra lämplig markanvändning och förutsättningar för utbyggnad inom respektive delområden.

4 RISKER FÖR ÖVERSVÄMNING

Översvämningsrisken längs Nynäshamns kommuns kust, för dagens klimat och för framtidsscenarier, har tidigare presenterats av SMHI (rapport: SMHI 2008-51 – Klimatunderlag för samhällsplanering i Nynäshamns kommun). Resultaten från denna utredning har kompletterats med ytterligare ett framtidsscenario som underlag för bedömning av risker för översvämning i kommunens utvecklingsområden.

Översvämningar orsakade av höga flöden i vattendrag är inte behandlade inom ramen för denna utredning. Inte heller har studerats den typ av översvämningar som orsakas av intensiva skyfall, vid vilka dagvattensystemet inte förmår leda bort vattenmängderna.

4.1 Klimatmodeller och framtida havsnivåer

I tidigare nämnd rapport (SMHI 2008-51) presenteras vilka klimatmodeller och scenarier som ligger till grund för framräknade havsnivåer vid Nynäshamn.

På senare tid har flera vetenskapliga artiklar publicerats som indikerar att ismältningen kan ske snabbare än vad som uppskattats tidigare. En vetenskaplig kommitté tillsatt av den holländska Deltakommittén presenterade år 2008 sin utvärdering av de senaste vetenskapliga resultaten. Man drog slutsatsen att man bör räkna med ett intervall på 0,55-1,20 meter som högsta höjning av havsnivån utanför Hollands kust för att säkra de livsviktiga skyddsvallarna och dammanläggningarna. Den Holländska Deltakommittén uttrycker det på följande sätt: *”These values represent plausible upper limits based on the latest scientific insights. It is recommended to take these into account so that the current decisions we make and the measures we take will be sustainable for a long time, set against the background of what we can expect”* (Dutch Delta Committee, 2008). Man gör också en bedömning av den mest extrema höjningen fram till år 2200 och kommer fram till en höjning på 2-4 meter. Detta inkluderar effekterna av en landsänkning på ett par decimeter under samma period.

Den största skillnaden mellan IPCC:s och Deltakommitténs uppskattning är bidragen från Grönland och Antarktis. Man bör också hålla i minnet att de holländska rekommendationerna, på grund av de förödande konsekvenser som ett dammbrott skulle medföra, avser en skyddsnivå som är betydligt högre (lägre sannolikhet för risk) än vad som representeras av de konfidensintervall som IPCC angav för nivåerna 18-59 cm.

4.2 Havsvattenstånd idag och i framtiden vid Nynäshamn

De tidigare beräknade havsnivåerna vid Nynäshamn för dagens förhållanden samt ett lågt och ett högt scenario enligt IPCC har kompletterats med ett scenario utifrån Deltakommitténs bedömningar. Tabell 4.1 visar vilka scenarier som beräknats.

Tabell 4.1. Beskrivning av de fall som beräknats för dagens och framtidens klimat.

Fall	Beskrivning
Referens	Modellerade data för en punkt i havet utanför Nynäshamn perioden 1961-1990.
Lågt scenario	Rosby Centres 'lågt scenario' för Östersjön adderat till lågt scenario (+ 18 cm + 20 cm för Nordsjön) för höjning av medelvattenytan från IPCC 2007 samt korrigerat för landhöjning
Högt scenario	Rosby Centres 'högt scenario' för Östersjön adderat till högt scenario (+ 59 cm + 20 cm för Nordsjön) för höjning av medelvattenytan från IPCC 2007 samt korrigerat för landhöjning
Deltakommitté-scenario	Högsta nivån från Deltakommittén: +120 cm samt korrektion för landhöjning. Regionalt bidrag ingår i denna nivå. Gäller 2071-2100.

Dagens medelvattenstånd (2009) är -36 cm i höjdsystem RH 00. Medelvattenståndet 2071-2100 beräknas för Nynäshamn uppgå till +3 cm för ett högt scenario och för det låga scenariet gäller -45 cm. För Deltakommitténs högsta scenario kommer medelvattenytan att vara belägen på nivån +42 cm, se Tabell 4.2.

Tabell 4.2. Medelvattenytans nivå vid Nynäshamn för olika scenarier angivet i cm i RH 00.

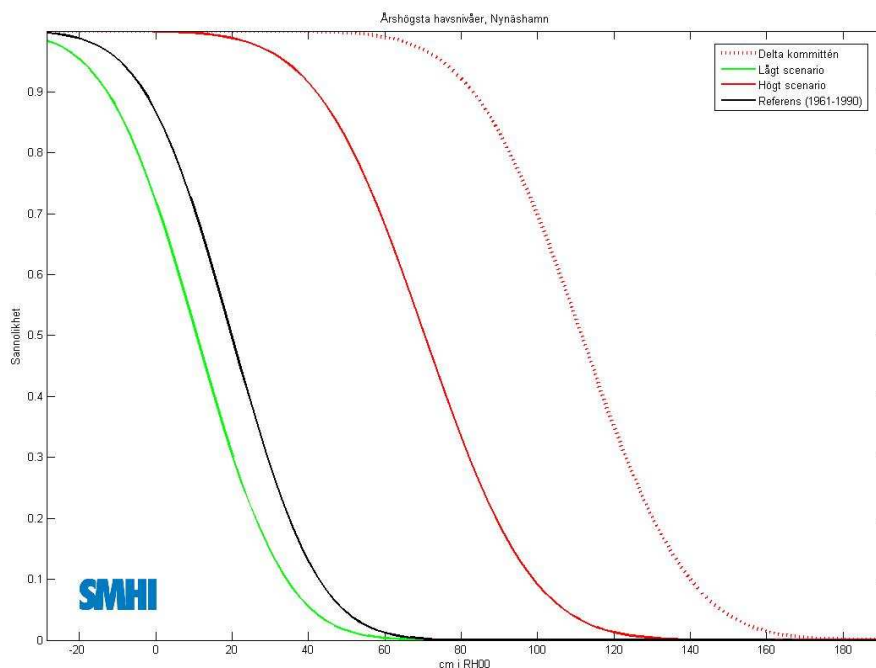
Fall	Nivå (cm)
<i>Dagens nivå (2009)</i>	- 36
Lågt scenario	- 45
Högt scenario	+ 3
Deltakommitté-scenario	+42

I Tabell 4.3 redovisas beräknade extrema vattennivåer för olika återkomsttider i dagens och framtidens klimat. Nivåer som idag har en återkomsttid på 100 år får i IPCC:s höga scenario en återkomsttid på 2 år. Det som idag är extrema vattenstånd kommer med andra ord att bli relativt vanligt.

Tabell 4.3. Beräknade havsvattenstånd för olika återkomsttider för dagens och framtidens klimat angivet i cm i RH 00. Det 95 %-iga konfidensintervallet visas som kursiverade siffror.

	2 år	10 år	50 år	100 år
Dagens klimat Nynäshamn (1961-1990)	18 <i>15 – 22</i>	44 <i>39 - 51</i>	62 <i>54 - 76</i>	68 <i>59 - 87</i>
Lågt scenario Nynäshamn (2071-2100)	9 <i>5 - 13</i>	35 <i>30 - 42</i>	54 <i>46 - 69</i>	60 <i>51 - 79</i>
Högt scenario Nynäshamn (2071-2100)	69 <i>64 – 74</i>	101 <i>94 - 109</i>	122 <i>113 - 138</i>	130 <i>120 - 150</i>
Deltakommitté-scenario (2071-2100)	110 <i>105 – 115</i>	142 <i>135 – 150</i>	163 <i>154 – 179</i>	171 <i>161 - 191</i>

Figur 4.1 visar fördelningen av årets högsta vattenstånd i dagens och framtidens klimat (2071-2100). För framtidens klimat visas de tre scenarierna i Tabell 4.2.



Figur 4.1. Fördelningen av årshögsta vattenstånd för dagens klimat och för tre klimatscenarier: Ett högt och ett lågt scenario från IPCC AR4 samt ett ännu högre scenario framtaget för Hollands Deltakommitté. Nivåer anges här i RH2000. En sannolikhet på 0,5 motsvarar 2 års återkomsttid, dvs. att den nivån överskrids, i medeltal, en gång vartannat år. En sannolikhet på 0,7 motsvarar att den nivån överskrids 7 gånger på 10 år.

4.2.1 Vattennivåer vid vinduppstuvning

Överslagsmässiga beräkningar av vinduppstuvning i samband med kraftig vind utfördes i tidigare nämnda utredning. Enligt dessa beräkningar blir denna effekt liten förutom längst in i Fållnäsvisken där man kan räkna med ca 0,1 m uppstuvning. Denna lokala höjning av havsvattenståndet har inte redovisats i kartpresentationen.



Bild 4-1. Låglänt område med vass vid Fållnäsvisken, söder om industriområdet i Stora Vika. (Foto: SGI)

4.2.2 Potentiella riskområden

Översvämningsytor längs Nynäshamns kommuns kust, som skulle uppstå vid dagens vattenstånd och vid framtida havsvattenståndsscenarioer, har bestämts. Dagens 100-årsvattenstånd är beräknat till 0,68 m. De framtida 100-vattenstånd som använts för översvämningsytorna är beräknat till 1,30 m för IPCCs höga scenario respektive 1,71 m för Deltakommitténs scenario, se Tabell 4.4.

Tabell 4.4. Havsvattenstånd för bestämning av översvämningsytor längs Nynäshamns kust angivet i meter i RH 00.

Fall	Nivå (RH 00)
Fall 1: Dagens 100-årsvattenstånd	0,68
Fall 2: Framtida 100-årsvattenstånd, Högt scenario IPCC	1,30
Fall 3: Framtida 100-årsvattenstånd, Deltakommitté-scenario	1,71

Översvämningssytor till följd av högt vattenstånd har tagits fram genom jämförelse av de beräknade vattennivåerna och en terrängmodell av området i form av ett raster med upplösningen 2 m, uppbyggt av laserskannade punkter. Fall 1 och 2 togs fram i samband med tidigare nämnda havsnivåutredning, fall 3 är på samma sätt beräknat för föreliggande rapport. Inga andra översvämningssytor än de som väntas uppstå som direkt följd av högt havsvattenstånd i Östersjön har tagits fram inom ramen för detta uppdrag.

De områden som kommer att översvämmas till följd av högt havsvattenstånd finns redovisade i Karta 3, 5 och 6. Vid dagens förhållanden (dagens 100-årsvattenstånd) blir inte några större områden översvämmade som direkt följd av högt havsvattenstånd. Vid det högsta scenariot (ett framtida 100-årsvattenstånd enligt Deltakommittén) drabbas främst Nynäshamns tätort. För IPCCs framtida scenario, fall 2, fås en översvämning relativt lik den för det högsta scenariot i undersökningsområdena.



Bild 4-2. Vy över Svandammen i de östra delarna av Nynäshamn. (Foto: SGI)

5 RISKER FÖR KUSTEROSION

5.1 Översiktlig beskrivning av kuststräckan

Nynäshamns kommun har sammantaget långa kuststräckor både för fastlandet och öar. Huvuddelen av kuststräckorna utgörs av kuperad terräng med berg och morän samt lera i vissa mellanliggande låglänta områden. För de områden som ingår i utredningen förekommer sand och grus längs kusten endast i begränsad utsträckning, vid Utterviken, Nicksta och Fagerviken.

Det är framförallt sandavlagringar som är erosionsbenägna. Inom moränområden som inte tidigare utsatts för bearbetning av vågor kommer det finkorniga materialet att spol

bort och återstående grövre material, stenar och block kommer att utgöra en motståndskraftig så kallad stenpäls. Erosionen sker dels kontinuerligt genom påverkan av vågor, dels genom att stora sammanhängande områden försvinner ut i havet vid högt vattenstånd och/eller i kombination med höga vågor. Den förstnämnda typen av erosion kan bedömas utifrån geologiska förhållanden, topografi och batymetri, bedömda framtida havsnivåer och vågexponering. Erosion till följd av exceptionella väderförhållanden kan uppträda lokalt och är svårare att bedöma både när det gäller på vilken plats och med vilken omfattning erosionen kan uppkomma. Dessutom orsakar fartygstrafik vågor och vattenrörelser som ger upphov till erosion. Denna typ av erosion har inte behandlats i denna utredning.

Längs kusten i Nynäshamns tätort skyddas i stor utsträckning byggda anläggningar såsom vägar, hamnar och kustnära byggnader kajer eller strandskoning av sten eller betong.

Påverkan på kusten styrs även av vattenstånd och vågor. De flesta höga vattenstånd inträffar på grund av kraftig vind, eventuellt i kombination med lågtryck. De förhållanden som ger höga vattenstånd kommer med stor sannolikhet att leda till höga vågor som kan leda till ännu högre vattennivåer längs kusten. Vågornas uppsköljning på stranden kan leda till att vattnet når än högre, beroende på strandens bredd och lutning.

Våghöjden vid stranden påverkas också av hur botten ser ut, ett grunt område med bränningar och skär ger en större begränsning av våghöjden än ett djupare vattenområde. Undersökning av vind- och vågexponering har inte ingått i denna utredning varför inga bedömningar har utförts där hänsyn tagits till vind- och vågklimat. Det har heller inte funnits några uppgifter om vattendjup och botten-topografi (batymetri) utan dessa förhållanden har bedömts utifrån topografiska kartans uppgifter.

5.2 Erosionsförhållanden

Det har inte funnits några tillgängliga uppgifter över omfattningen av tidigare erosion eller förändringar av strandlinjen och inte heller några mätningar av botten-topografien. Erosionshastighet och sedimentrörelser är därför svåra att värdera.

Omfattningen av erosionen vid kusterna beror till stor del av topografiska och geologiska förhållanden i kustområdet. För att få en uppfattning av vilka strandnära områden som kan komma att påverkas av erosion har därför använts en modell som bygger på ett samband mellan havsnivåhöjning och påverkan på stränder. Modellen utgår från att en höjd vattennivå i havet påverkar strandens övre del och eventuella dynbildningar, varvid material förflyttas från stranden ut i havet så att ett nytt jämviktsläge uppkommer. I detta projekt har en uppskattning av tillbakadragande av kustlinjen utförts med hjälp av denna modell. Modellen är mycket förenklad och tar inte hänsyn till bland annat längsgående sedimenttransport, effekter av kraftiga stormar etc.

Som underlag för denna överslagsberäkning har använts medelvattennivåns förändring vid stigande havsnivå. För år 2100 har denna höjning antagits uppgå till 0,8 m med hänsyn tagen till landhöjning (Deltakommitténs scenario). Med utgångspunkt från topografien och havsbottenarnas lutningsförhållanden har uppskattats hur långt från nuvarande strandlinje som erosionen kommer att påverka olika delar av kusten. Lokala effekter på erosionen till följd av stormar, översvämning och tillfälliga högvatten eller andra säsongsbetonade effekter är svåra att beräkna. För att ta hänsyn till dessa förhållanden har

gjorts ett schablon tillägg med ca 25 % på utsträckningen av de områden som kan komma att beröras med utgångspunkt från havsnivåhöjningen.

5.3 Potentiella riskområden

För de kuststräckor som ingår i utredningen finns sammanfattningsvis mycket begränsade områden med förutsättningar för erosion på stränder. Strandplanet för berörda delområden är utsatta för erosion för dagens förhållanden och i ökad utsträckning vid klimatförändringar. Med utgångspunkt från överslagsberäkningar bedöms att områden med bredd enligt nedan från strandlinjen kan komma att påverkas av erosion. Detta gäller om inga åtgärder vidtas för antagna klimatförändringar år 2100.

För delar av Uttervik och Nicksta kommer erosionen att beröra ett område ca 25-30 m från strandlinjen om inga åtgärder vidtas. Här finns inga områden med befintlig bebyggelse som kommer att påverkas.

Områden vid Fagerviken är mer skyddade mot vågexponering och här bedöms erosionen komma att omfatta en bredd längs stranden av ca 15-20 m. Här finns vissa byggnader som kan påverkas av erosionen.

De sträckor som kan komma att hotas framgår av Karta 6.

De kuststräckor inom angivna områden ovan och som är bebyggda kan bedömas vara potentiella riskområden. Här kan det finnas behov av att närmare studera erosionsförhållanden och vidta åtgärder för att skydda kuststräckan mot erosion både för dagens förhållanden och vid ett förändrat klimat. Dessutom kan stränder behöva förstärkas för att motstå framtida vattenståndshöjningar och förhindra översvämning i samband med detta.

6 RISKER FÖR SKRED OCH RAS

6.1 Översiktlig beskrivning av förutsättningar

Stabilitetsförhållandena har studerats i anslutning till vattendrag, sjöar och lutande terräng. I de områden där stabiliteten inte på denna utredningsnivå kan säkerställas utgörs jordlagren av svämsediment, varvig lera och lera med överlagrande gyttjelera eller organisk jord med låg hållfasthet. Det har inte ingått i denna utredning att mer i detalj undersöka de geotekniska förhållandena och hållfasthetsegenskaper.

6.2 Inventering av förutsättningar för skred och ras

Den metodik som använts för inventering av ras och skred följer den metodik för översiktlig stabilitetskartering som Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) tillämpar för befintlig bebyggelse. I denna utredning har inventering utförts inom de områden, som kommunen vill utveckla enligt Översiktsplanen 2009. Slänter som innehåller jordlager bestående av lera, silt och gyttjelera har markerats översiktligt. Om marken inte med säkerhet kan klassas som stabil bör man gå vidare och utreda stabilitetsförhållandena. I denna utredning har även använts resultaten från den översiktliga skredriskarteringen i Nynäshamns kommun, som utfördes av Kjessler & Mannerstråle (KM) på uppdrag av MSB (f.d. Statens Räddningsverk) under 1995. Av de undersök-

ningsområden, som utreds i denna rapport har endast delar av områdena Sunnerby-Spångsbro, Ösmo, Stora Vika, Lidatorp och Nynäshamn inventerats. De bedömningsgrunder som använts för stabilitetskarteringen i KM:s rapport baserar sig dock på en äldre version (framtagen före år 1996) av den metodik, som MSB nu tillämpar. Därför finns skillnader i de områden som klassificerats ha förutsättningar för skred enligt KM:s rapport och SGI:s utredning.

MSB:s nuvarande karteringsmodell har använts i detta uppdrag och enligt denna delas inventeringsområdena in i zoner med olika stabilitetsförutsättningar baserade på jordart och topografiska förhållanden. Zonindelningen görs i tre zoner, stabilitetszon I, II och III. I denna utredning markeras endast områden, som tillhör stabilitetszon I, där det finns förutsättningar för initiala naturliga eller av mänsklig verksamhet orsakade skred och ras. Kartan över stabilitetsförutsättningarna visar emellertid inte risken för skred och ras eftersom zonindelningen inte utgör något mått på säkerheten utan endast grundförutsättningarna (med hänsyn till jordart och marklutning) för att skred och ras kan inträffa.

Kriterier för stabilitetszon I är följande inom områden med lera och silt/sand på lera:

- Mark inom avståndet 10 x slänthöjden räknat från släntfot/strandlinje.
- Mark inom 50 m från strandlinje för sjöar och för större vattendrag (älvar/åar), markerade med dubbla streck på fastighetskartan
- Mark inom 25 m från strandlinjen för vattendrag (bäckar/diken), markerade med dubbla streck på fastighetskartan.

6.3 Potentiella riskområden

Inom finsedimentområdena är leran såväl glacial som postglacial. Karaktäristiskt för flertalet av de utvalda områdena inom kommunen, inom vilka det förekommer finsediment är, att utbredningen av lös lera-silt mera sällan sträcker sig till högre belägna delar av dalgången. Jordlagren inom de undersökta delområdena är i huvudsak fasta.

I anslutning till vattendrag och utmed kusten förekommer emellertid lera, silt och sand, lokalt överlagrade av gyttjelera och organisk jord. I sådana områden kan det finnas förutsättningar för ras och skred. Om marken inte med säkerhet kan klassas som stabil bör man gå vidare och utreda stabilitetsförhållandena. Förekomst av områden som vid en exploatering behöver undersökas närmare framgår av Karta 2-6.

Inom de planområden, som ingår i utredningen finns sammanfattningsvis relativt begränsade områden med förutsättningar för ras och skred. Nedan följer en beskrivning av förhållandena för respektive undersökningsområde och de delar av området där det kan finnas potentiella riskområden för ras och skred.

Delområde Grödby (Karta 2)

Planområdet utgörs till största delen av fastmark, isälvssediment och svallsediment, sand och fast glaciallera. Endast inom ett mindre område söder om Fagersjön och utmed ett mindre dike i den östra delen förekommer finsediment överlagrade av lös gyttjelera respektive postglacial lera, där det finns förutsättningar för skred.

Delområde Sunnerby-Spångsbro (Karta 2)

Området ligger utmed Sorunda-åsen och består till största delen av isälvssediment och svallsediment. Endast i områdets södra delar finns ett område med glaciallera utmed

Dyån. Jordlagren utgörs av relativt lös lera och siltig lera med en mäktighet av mer än 10 m. Leran har en utbildad torrskorpa på ca 2 m. Detta område har närliggande bebyggelse och här finns förutsättningar för skred, se Bild 6-1.

Grundvattennivån motsvarar Dyåns vattennivå och grundvattnets liksom ytvattnets strömning sker från kullarna ner mot ån och vidare med flack gradient längs dalgången mot norr.



Bild 6-1. Rensning av lerslänter och fördjupning av Dyån, som avvattnar de södra delarna av området Sunnerby-Spångsbro. (Foto: SGI)

Delområde Segersäng (Karta 3)

Planområdet utgörs till största delen av fastmark, berg och morän. Förutsättningar för skred finns i områdena med glaciallera som förekommer utmed järnvägen i områdets västra delar och i de östra delarna utmed en mindre bäck (Bild 6-2) som rinner mot norr och mynnar i sjön Tärnan. Glacialleran överlagras i de östra delarna av lösare postglacial lera.



Bild 6-2. Vy över mindre vattendrag i de östra delarna området Segersäng. (Foto: SGI)

Delområde Landfjärden (Karta 3)

De norra delarna av området utgörs främst av fastmark, morän och berg, medan de södra delarna till stora delar utgörs av finsediment, glaciallera och postglaciallera med en mäktighet av mer än 20 m. I planområdets sydvästra delar kan stabilitetsproblem finnas utmed ett vattendrag som rinner mot norr och mynnar i sjön Lässmyran. I områdets sydöstra delar kan finnas områden där skredförutsättningar föreligger utmed Landfjärden och utmed en bäck, som mynnar i fjärden. Utmed fjärden förekommer också överlagrande gyttjelera.

Delområde Ösmo (Karta 4)

Området utgörs av omväxlande berg- och moränområden och lerfyllda dalgångar. Jordlagerföljden består av torrskorpelera i ett ytskikt med 1-2 m tjocklek överlagrande lösare lera med siltskikt, som avlagrats på friktionsmaterial, grus eller morän. Den största uppmätta lermäktigheten i de norra delarna uppgår till ca 8 m. Områden där det kan finnas förutsättningar för skred finns endast i områdets norra delar utmed sjön Muskan och utmed ett mindre vattendrag väster om järnvägen.

Delområde Lidatorp (Karta 4)

Planområdet utgörs till största delen av finsediment, glaciallera och glaciallera överlagrad av postglacial lera med en mäktighet av mer än 17-18 m i dalgången vid Björsta och Älrviken och i området kring södra delarna av Älrvikssjön. Där överlagras leran även av lös gyttjelera.

Områden med förutsättningar för skred förekommer främst i södra delen av området, utmed Älrvikssjön och vid ett antal vattendrag, som mynnar i sjön.

Grundvattennivån bedöms ligga 3-5 m under markytan i de högre delarna av undersökningsområdet, medan den i dalslutningarna ligger betydligt närmare markytan. Periodvis kan grundvattnet här sannolikt vara artesiskt.

Delområde Stora Vika (Karta 5)

Planområdet, som ligger vid Fällnäsviden utgörs till stora delar av fastmark, berg och morän. De norra och östra delarna utgörs av sedimentfyllda dalgångar och ligger i ett industriområde, som till vissa delar ligger på fyllning troligen underlagrad av finsedimentet. Enligt KM:s stabilitetsutredning från 1995 är jordlagerföljden i en dalgång i Marsta, parallellt med Marstavägen, 2-3 m torrskorpelera överlagrande lösare lera till ett uppmätt största lerdjup av närmare 10 m. Områden med förutsättningar för skred ligger dels utmed Fällnäsviden (Bild 6-3) i de norra och södra delarna av planområdet, dels lutande lermark utmed fastmarkspartierna i de norra delarna. Det föreligger även skredförutsättningar kring de två branddammarna och för ett vattendrag i områdets östra centrala delar. Stabilitetsförhållandena vid branddammarna är beroende på djupet i dammarna.



Bild 6-3. Vy lutande lerterräng i de norra delarna av delområde Stora Vika utmed Fällnäsviden. (Foto: SGI)

Delområde Nynäshamn (Karta 6)

Planområdet sträcker sig från Norviksfjärden i norr till Sandhamn i söder. Området utgörs till största delen av berg- och moränområden med lerfyllda dalgångar.

I de norra delarna är dalsänkorna bredare och jordarten utgörs av glaciärra överlagrad av lösare postglacial lera och gyttjelera. Lermäktigheten är här enligt jordartskartan större än 21 m i dalgången söder om Älvvikssjön och mer än 23 m i dalgången, som går från Norviksfjärden och mot sydväst. Inom dessa områden finns förutsättningar för skred liksom utmed ett vattendrag, som mynnar i Nynäsvikens nordligaste del. Ett an-

lagt våtmarksområde, Alhagen, ligger i området med förutsättningar för skred. Stabiliteten är beroende av djupet i vattenområdet.

I de södra och mellersta delarna har dalgångarna mer karaktären av smala lerfyllda sprickdalar. Finsedimenten utgörs av fastare postglacial lera och lerdjupen är här troligen i allmänhet mindre. Ställvis överlagras leran utmed kusten av sand, t.ex. vid Nicks-taviken i de sydvästra delarna.

Fyllning med en mäktighet av 1-2 m, ställvis på lös lera och lera med siltskikt förekommer enligt KM:s utredning, 1995-10-31, i de östra centrala delarna av Nynäshamn, i omgivningarna kring Svandammen och Svandammsparken. Lerans mäktighet har här uppmätts till mer än 14 m. Vidare norrut mot Hamnen och upp till Skyttens håll är jordlagföljden densamma, men lerdjupet är något mindre, ca 8 m.



Bild 6-4. Strandområde strax söder om hamnen inom delområdet Nynäshamn. (Foto: SGI)

7 RISKOBJEKT, FÖRORENAD MARK OCH MILJÖFARLIG VERKSAMHET

7.1 Klassificering och indelning

Utredningen har baserats på underlag som tillhandahållits av Nynäshamns kommun.

Förorenad mark

Potentiellt förorenade områden har kartlagts och klassats enligt MIFO-metodiken (Metodik för inventering av förorenade områden). Metoden bygger på en sammanvägd bedömning av föroreningarnas farlighet (hälsa och miljö), föroreningsnivå (hur förorenat ett objekt är baserat på en sammanvägning av halt, mängd och volym), spridningsförutsättningar, områdets känslighet och skyddsvärde. MIFO-metodiken och dess bedömningsgrunder är beskrivna i rapporter från Naturvårdsverket (Naturvårdsverket, 1999).

Resultatet av bedömningen medför att objekten inordnas i fyra riskklasser:

- Klass 1 - Mycket stor risk
- Klass 2 - Stor risk
- Klass 3 - Måttlig risk
- Klass 4 - Liten risk

Enligt uppgifter från Nynäshamns kommun finns totalt 12 MIFO-klassade objekt i kommunen. Av dessa tillhör ett objekt riskklass 1 och övriga 11 hör till riskklass 3. Bland de som redovisas i denna rapport (Bilaga 3) ingår 10 av dessa, då de ligger inom utredningsområdena. Samtliga objekt som redovisas i denna rapport tillhör riskklass 3.

Enligt det material som tillhandahållits finns inga pågående eller nedlagda deponier inom kommunen.

Miljöfarlig verksamhet

Med miljöfarlig verksamhet avses här verksamhet som enligt Miljöbalken är tillståndspliktig (förordning om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd, SFS 1998:899). De miljöfarliga verksamheterna har beteckningarna A, B eller C. A-verksamheter är de som anses farligast, t.ex. gruvor, pappersmassafabriker och stora vindkraftverk. A-verksamheter är tillståndspliktiga och prövas av miljödomstol eller av regeringen. B-verksamheter är tillståndspliktiga och prövas av länsstyrelsen. Exempel på sådan verksamhet är energianläggningar, olika slags industrier, skjutfält och flottiljflygplatser. C-verksamheter är endast anmälningspliktiga, exempelvis skjutbanor, Försvarsmaktens hamnar, små industrier, stora växthus och små vindkraftverk.

De verksamheter som beaktas i denna utredning utgörs av bensinstationer samt verksamheter som hanterar kemikalier. Totalt finns enligt tillhandhållet underlag 13 verksamheter inom Nynäshamns kommun. Av dessa utgörs 3 av verksamheter som hanterar kemikalier och 10 av bensinstationer. Bland de verksamheter som redovisas i denna rapport (bilaga 3) och ligger inom utredningsområdena ingår en anläggning som hanterar kemiska produkter och tre bensinstationer.

7.2 Potentiella riskområden

Risker för spridning av föroreningar eller skador på samhällsviktig verksamhet till följd av översvämning, erosion, skred och ras har bedömts utifrån de förhållanden och riskområden som redovisas i Kapitel 4-6. Analysen har utförts med utgångspunkt från de vattenstånd som anges i Tabell 4.3.

De områden där det förekommer förorenad mark, miljöfarlig verksamhet och samhällsviktig verksamhet och som kan beröras av översvämning, erosion och ras/skred framgår av Karta 2-6.

Förorenade områden

Det finns totalt ett objekt som MIFO-klassats som måttlig risk (klass 3) som ingår bland de objekt som redovisas i denna rapport. Två av dessa finns inom områden med risk för översvämning för samtliga nivåer enligt Tabell 4.3 och på randen för utredningsområde med skred och rasrisk (objekt 8 samt 10). Båda objekten finns inom samma fastighet, Nynäshamn 2:75, som ligger i den så kallade Bensinviken och anges som bensinhamn. Det ena objektet är en depå (cisterner), det andra utgörs av hamnområdet. I Bensinviken

lossades, omtappades och lagrades bensin och fotogen från tankfartyg mellan åren 1910 och 1921 (Bengtsson, 2004). Föroreningarna vid denna depå utgörs av bensin och fotogen som betraktas ha hög farlighet men å andra sidan har hög flyktighet. Huvuddelen av det spill som kan ha skett på platsen skedde troligen direkt i vattnet och avdunstade från vattenytan. Uppe på bergknallen kan spill ha skett runt cisterner men även härifrån har troligtvis det mesta redan (2004) hunnit nå havsvattnet och avdunstat. Riskklassen har satts till 3 på grund av att mängderna kvarvarande förorening antas vara låg och på grund av att industriområdet har låg känslighet för människors hälsa samt lågt skyddsvärde (Bengtsson, 2004). Ett objekt, objekt 7 Nynäshamn 2:34, bensincisterner, ligger i ett kustnära område med risk för översvämning redan vid 100 års återkomsttid.

Miljöfarlig verksamhet och riskobjekt

Bensinstationer

De ämnen som förorenar bensinstationer härrör främst från bensin och diesel som är blandningar av hundratals ämnen. Toxiciteten för dessa ämnen varierar kraftigt och negativa effekter på människa kan vara allt från hudirritation till störningar på centrala nervsystemet och cancer.

Föroreningar som bensen, toluen, etylbensen, xylen tillhör gruppen relativt lättnedbrytbara, icke vattenlösliga ämnen. Det vill säga de tenderar att avgå från vätskefas till gasfas och bryts relativt snabbt ned. En olycka till följd av erosion, ras eller skred på befintlig bensinstation kan leda till att drivmedel sprids till luften och dessutom till en följdolycka med brand och/eller explosion och att drivmedel sprids till luft. Utsläppen kan därmed utgöra en hälsorisk i sig, men riskerna förknippade med följdolycka innefattar dessutom skador som kan uppkomma. Det kan också uppstå att föroreningar når marken och kan komma in i sprickbildningar som gör att föroreningen förs med vattnet till recipienter i flödesriktningen.

Inom utredningsområdena i Nynäshamns kommun finns tre bensinstationer. Två av dessa ligger mycket nära vattnet. Den ena ligger vid Fiskebryggan (Shell, Fiskegränd, objekt 1) inom zonen med risk för översvämning med 100 års återkomsttid. Den andra är objekt 2 (Preem Estö) som ligger inom riskzons område med framtida högsta scenario enligt Deltakommittén, 1.71 m (RH00). Den tredje är objekt 4, OKQ8 automatstation som ligger i ett av SMHI bedömt låglänt område.

Kemikaliehanterande anläggningar

Det finns tre kemikaliehanterande anläggningar inom kommunen varav den ena redovisas i denna rapport (Talloil Stora Vika Biobrännsl AB), då det är det enda som ligger inom utredningsområdena. Ingen av de kemikaliehanterande anläggningarna ligger enligt kartmaterialet inom något av riskområdena för naturolyckor.



Bild 7-1. Siloanläggningar i de södra delarna av industriområdet i Stora Vika. (Foto: SGI)

VA-anläggningar/pumpstationer

Vid pumpstationer för avloppsvatten som påverkas av översvämning eller skred/ras finns risk att dessa helt slås ut vilket kan innebära allvarliga följd effekter vilka beror av pumpstationens användningsområde. Vid kraftiga regn och översvämningar sker i flera fall bräddning av avloppsvatten. En bräddning av avlopp leder till ökad spridning av bakterier och mikroorganismer men kan även leda till en ökad kemisk förorenings spridning.

Vid extremt höga nivåer kan även en dämning ske i dagvattenledningar vilket kan leda till problem med avvattning vilket i sig innebär att även områden som inte översvämmas kan drabbas indirekt av översvämning problem lokalt.

Övervägande mängden pumpstationer finns i utredningsområden med förutsättningar för skred och ras. Inom Nynäshamn finns också flertal stationer inom områden med risk för översvämning och några inom område med risk för kusterosion. En separat studie föreslås avseende kommunens förmåga att hantera VA systemet inklusive dagvattenhantering i samband med översvämningar där man innefattar potentiell inverkan av koliforma bakterier och andra mikroorganismer.

Skyddsobjekt

De skyddsobjekt förutom ovanstående som förekommer inom kommunen är bl a skolor, äldreboende, el och lokaler för räddningstjänst.

Skyddsvärda objekt, som ligger inom eller nära områden med risk för ras och skred finns inom delområdena Ösmo (ett äldreboende), Stora Vika (en skola), Sunnerby-Spångsbro (en skola) och Nynäshamn (ett äldreboende).

Skyddsvärda objekt, som ligger inom områden med risk för översvämning är delområdet Nynäshamn (el och hamn).

8 OMRÅDEN MED LÅGPUNKTER I TERRÄNGEN

En översiktlig kartläggning av lågpunkter i terrängen som är belägna i anslutning till planerade utbyggnadsområden kring tätorterna i Nynäshamns kommun har utförts. Avsikten har varit att identifiera lågt belägna markområden där stora vattenmängder kan komma att ansamlas vid kraftig nederbörd och som bör undantas från bebyggelse.

GIS-analys har använts för att finna lågt belägna områden med större djup än 1 m mellan lägsta punkt och lägsta tröskelnivå över vilken vatten kan avledas och som vid vattenfyllning skulle få en utbredning större än 1 ha (10000 m²). Terrängmodellen som använts vid undersökningen är uppbyggd av de av Nynäshamns kommun erhållna höjdkurvorna med 1 m ekvidistans.

Identifierade områden framgår av Karta 2 - 6. Vid fältkontrollen framkom dock att några av dessa markerade lågpunkter utgörs av täkter i isälvs sediment (sand och grus). Detta gäller delområdet Grödbby väster om Rv 73, samtliga lågpunkter inom delområdet Sunnerby-Spångsbro och ett område väster om Rv 73 i norra delen av Lidatorp.

Vid en detaljundersökning av specifika platser och en noggrannare kartläggning av lågt belägna områden med mer exakt bestämning av djup och area bör man bygga upp en terrängmodell direkt från de laserskannade punkterna som ligger till grund för de nu tillgängliga höjduppgifterna.

Det bör observeras att hänsyn inte har tagits till kulvertar, täckdiken, m.m., som kan dränera vatten. Mindre vattendrag än de som funnits tillgängliga i kartmaterialet har heller inte tagits hänsyn till. Vidare har de vattendrag som funnits tillgängliga ansetts kunna dränera fullständigt vilket inte behöver vara fallet i praktiken: ett lågt område nära en sjö eller litet dike kan sannolikt översvämmas vid höga flöden och vattenstånd snarare än som direkt följd av kraftigt regn. Dessa områden är vanligtvis kända och syns markerade som sankmark i kartmaterialet. Någon särskild analys av sankmarkernas beskaffenhet eller mer exakta utbredning har inte gjorts.

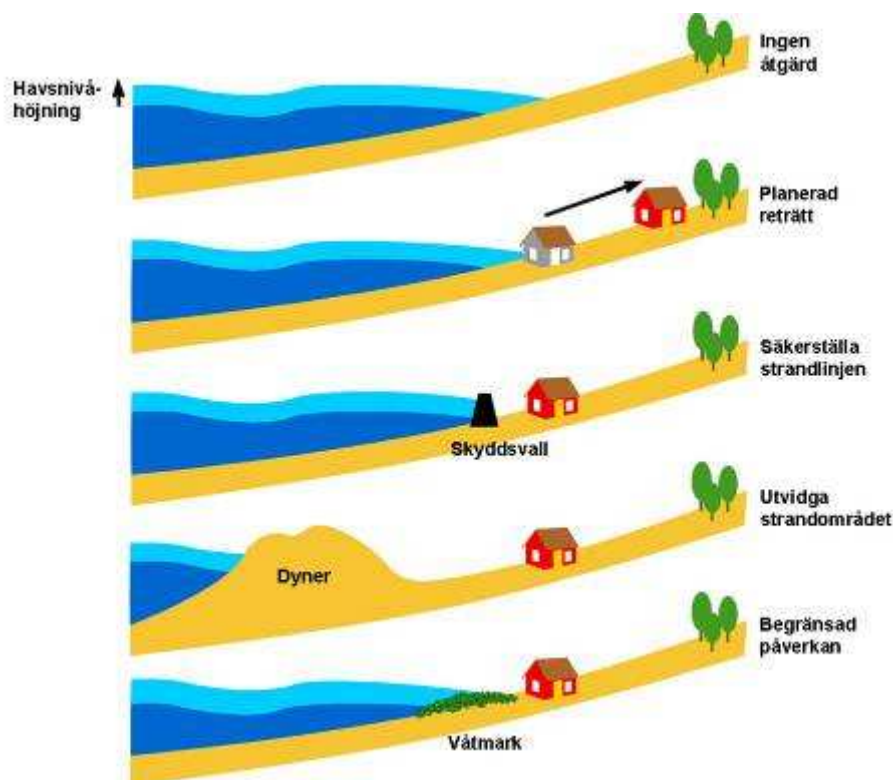
I undersökningen har endast lågt liggande områden kartlagts, risken att vatten blir stående i dessa på grund av häftiga regn har inte undersökts. För sådana bedömningar måste hänsyn tas till nederbördsmängder och dagvattenledningars dimensioner, vilket ej gjorts inom ramen för denna utredning.

9 STRATEGIER OCH ALTERNATIVA UTFÖRANDE FÖR SKYDD MOT NATUROLYCKOR

Det råder fortfarande stor osäkerhet kring detaljerna om hur klimatet kommer att utvecklas i en given region, något som speciellt gäller för extrema väderhändelser. Detta kommer att gälla en lång tid framöver. Budskapet ändras också efterhand som nya data och beräkningar blir tillgängliga från forskarsamhället. En ytterligare osäkerhet är hur det internationella samfundet skall lyckas hejda utsläppen av växthusgaser i framtiden

och vad detta medför för klimatet. Mot denna bakgrund bör man tillämpa en strategi som präglas av ökade säkerhetsmarginaler vid långsiktig fysisk planering. Det är också viktigt att skapa flexibilitet, dvs. att undvika att bygga fast sig i lösningar som är svåra att korrigera i efterhand.

För att undvika skador till följd av översvämning, erosion, skred och ras finns ett antal alternativa strategier som kan väljas, både befintlig bebyggd miljö och för ny bebyggelse, jfr Figur 9-1.



Figur 9-1. Alternativa strategier för utveckling och skydd av strandnära områden (EuroSION, 2004).

Det handlar om att utifrån en bedömd riskbild och befintliga värden som kan behöva skyddas att välja det samhällsekonomiskt mest lämpliga alternativet. Den strategi som väljs innebär olika konsekvenser för människa och miljö samt leder till kostnader för såväl kommunen som enskilda.

Det finns ett stort antal olika metoder som kan tillämpas för att säkerställa skydd av områden med risk för naturolyckor. En sammanställning gjordes i en översiktlig sårbarhetsanalys för översvämning, skred, ras och erosion som underlag för Klimat- och sårbarhetsutredningen. (SOU 2007:60, bilaga B 14). Ett utdrag ur denna har sammanställts i Bilaga 1.

Det finns vissa risker för naturolyckor redan för dagens förhållanden och dessa kommer att öka till följd av klimatförändringar. Det behövs redan nu göras vissa åtgärder medan andra kan utföras vid ett senare tillfälle då sannolikt bättre kunskap finns om klimatförändringar. Det innebär att man kan anpassa förstärknings- och anpassningsåtgärder och successivt öka skyddet mot erosion och översvämning. I vilken omfattning och för vilka tidsperspektiv som anpassningsåtgärder ska vidtas behöver studeras mer detaljerat.

10 REKOMMENDATIONER FÖR FYSISK PLANERING OCH KLIMATANPASSNING

Denna utredning har syftat till att klargöra var risker finns för naturolyckor för befintlig bebyggd miljö och som underlag för exploatering av ny bebyggelse. Med utgångspunkt från de översiktliga riskvärderingarna föreslås följande rekommendationer för den fortsatta planeringen och anpassning till förändrat klimat.

Generellt bör tillämpas en strategi som präglas av tillräckliga säkerhetsmarginaler i den långsiktiga fysiska planeringen. Det är också viktigt att skapa flexibilitet, dvs. att undvika att bygga fast sig i lösningar som är svåra att korrigera i efterhand.

För *exploateringsområden* är det viktigt att pröva markens lämplighet för avsett planändamål. Hänsyn måste då tas till risker för skred, ras, erosion och översvämning och en utgångspunkt måste då vara livslängden hos bebyggelse, anläggningar etc., normalt mer än 100 år. De förväntade effekterna av ett förändrat klimat under denna tidsperiod måste då beaktas.

Klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö som bebyggelse, infrastrukturplaneringar etc. kan innebära att åtgärder måste vidtas för att hindra skador till följd av naturolyckor. I denna utredning har översiktligt redovisats var sådana områden finns inom de aktuella utbyggnadsområdena. För sådana riskområden behöver risker undersökas närmare genom detaljerade utredningar av geotekniska, topografiska och hydrologiska förhållanden.

Följande förhållanden bör dessutom beaktas för de olika typerna av naturolyckor:

Översvämning

När det gäller framtida klimatpåverkade havsvattenstånd bör utgångspunkten vara de bedömningar som redovisas i denna utredning i avsnitt 4. På längre sikt är det emellertid viktigt att bevaka de nya resultat som kommer fram genom fortsatt forskning.

Kusterosion

Strandnära områden med den omfattning som anges i avsnitt 5 kan komma att påverkas av erosion då hänsyn tagits till klimatförändringar fram till år 2100 om inga åtgärder vidtas. Med nuvarande förhållanden kommer erosion successivt att minska strandens bredd och i samband med högt vattenstånd och/eller stormar erodera delar av stränderna. Stränderna måste därför skyddas mot erosion. Detta gäller områden med både befintlig och planerad ny bebyggelse.

Ras och skred

Inom de områden som bedömts ha förutsättningar för ras- och skredrisker behöver stabiliteten klargöras närmare för berörd befintlig bebyggelse. Detta gäller även för områden där ny exploatering planeras så att eventuella riskområden kan undvikas eller förebyggande åtgärder vidtas.

Riskobjekt, förorenad mark och miljöfarlig verksamhet

Markanvändningen inom förorenade områden bör föregås av en översiktlig utredningar för bedömning av risker. Hänsyn ska tas till framtida flöden och vattennivåer som kan

förväntas till följd av klimatförändringar och de följd effekter (ras, skred, erosion, översvämning, höga flöden) som redovisas i denna utredning.

Grundläggning

De geologiska förutsättningarna i kommunen innebär att det i huvudsak är gynnsamma grundläggningsförhållanden för byggnader och anläggningar. Moränen är fast med sandig-siltig sammansättning, block och stenhalten är i allmänhet måttlig och moränytorna är i regel normalblockiga. Inom kommunen finns också ett relativt stort antal isälvsavlagringar. Grundläggning kan normalt utföras med platta på mark

Finsediment (lera och silt) med större mäktighet förekommer i dalgångar och lågpunkter i terrängen. Den fastare glaciala, varviga leran dominerar i de högre belägna delarna av dalgångarna medan den inom lägre belägna områden ofta överlagras av yngre, lösare postglacial lera och torv av varierande mäktighet. Här behöver geotekniska utredningar utföras för att klargöra grundläggningsförhållandena. Grundläggning av småhus och mindre byggnader kan ofta utföras med platta på mark, men i vissa fall kan pålning erfordras. Dessutom måste hänsyn tas till grundvattennivån så att risk för översvämning och fukt i grundkonstruktioner undviks.

I angivna områden med förutsättningar för skred och ras måste stabilitetsförhållandena utredas genom geotekniska undersökningar och beräkningar. Där stabiliteten inte är tillfredsställande behöver förstärkningsåtgärder utföras, t.ex. avschaktning av slänter, förbelastning eller djupstabilisering (kalkcementpelare).

11 BEHOV AV KOMPLETTERANDE UTREDNINGAR

Översvämning

De framtida beräknade havsnivåerna kan komma att förändras efterhand som nu kunskap utvecklas och nästa rapport från IPCC kan förväntas inom några år. Under tiden är det viktigt att följa och värdera nya forskningsresultat efterhand som de publiceras i vetenskapligt granskade tidskrifter. Det är också angeläget att ta del av internationella bedömningar, liknande den som den holländska Deltakommittén har sammanställt.

Det kommer inom kort nya resultat vad gäller beräkningar av förändring av extrema flöden i framtida klimat i Sverige. Exempelvis analyseras dessa av en speciell kommitté som nyligen tillsatts av vattenkraftindustrin, gruvindustrin, Svenska Kraftnät och SMHI, för att ta fram riktlinjer för dimensionering för dammsäkerhet. De metoder som tas fram kommer med stor sannolikhet även att komma till användning i den fysiska planeringen.

Effekter från våguppsköljning har inte tagits med i denna utredning. En sådan komplettering bör göras, både för dagens och för framtidens havsnivåer. För bästa möjliga resultat är det en förutsättning att topografi och batymetri i kustzonen är väl kända.

Detaljerade studier av översvämningens risk längs vattendrag bör utföras. Detta kräver dock bättre underlag i form av uppmätta flöden och nivåer samt bättre beskrivning av vattendragens botten-topografi.

Kusterosion

I denna översiktliga utredning har konstaterats att det för vissa områden längs kusten finns risker för naturolyckor av typen erosion och översvämning, för dagens klimat och i ökad utsträckning till följd av klimatförändringar. Som underlag för framtida planering och anpassning av befintlig bebyggd miljö behöver mer detaljerade studier göras av utsatta områden för att bedöma vilka områden som kan hotas och var det finns behov av förebyggande åtgärder. Angivna riskzoner och höjder får inte användas som absoluta gränser utan är generella riktlinjer för de olika delområdena.

På vissa sträckor längs kusten finns olika typer av erosionsskydd. Dessa bör inventeras närmare med avseende på höjda havsnivåer och vid behov förstärkas.

Ras och skred

Inom de områden som identifierats ha förutsättningar för ras och skred behöver stabiliteten klargöras närmare för berörd befintlig bebyggelse. Detta gäller även för områden där ny exploatering planeras så att eventuella riskområden kan undvikas eller förebyggande åtgärder vidtas.

Riskobjekt, förorenad mark och miljöfarlig verksamhet

Inom förorenade områden bör en översiktligt riskbedömning göras enligt kvalitetsmanualen för efterbehandling av förorenade områden (Naturvårdsverket, 2008) med hänsyn tagen till klimatförändringar och följd effekter (översvämning, höga flöden, erosion, skred och ras). Underlagen för en sådan bedömning kan baseras på de scenarier som redovisas i denna rapport. Om riskbedömning tidigare utförts bör denna stämmas av och eventuellt uppdateras för att även innefatta de förväntade klimatförändringarna. En separat studie föreslås avseende kommunens förmåga att hantera VA systemet inklusive dagvattenhantering i samband med översvämningar där man innefattar potentiell inverkan av koliforma bakterier och andra mikroorganismer.

12 REFERENSER

Andréasson, J., Hellström, S.-S., Rosberg, J. och Bergström, S. (2007). Översiktlig kartpresentation av klimatförändringens påverkan på Sveriges vattentillgång – Underlag till Klimat och sårbarhetsutredningen. SMHI rapport, Hydrologi nr 106, Norrköping.

Bengtson, L., 2004, Förorenade områden - Inventering av oljedepåer i Stockholms län, Rapport 2004:11, Länsstyrelsen Stockholms län

Dutch Delta Committee (2008) Advice summary.
www.deltacommissie.com/doc/summary.pdf

Efterbehandling av förorenade områden. Kvalitetsmanual för användning och hantering av bidrag till efterbehandling och sanering. Utgåva 4 (2008). Naturvårdsverket.

EuroSION reports (2004). Living with coastal erosion in Europe, Sediment and Space for Sustainability part 1 to 5_8b.

www.euroSION.org Reports on line, 2009-03-31.

IPCC, 2007: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.

Klimatunderlag för samhällsplanering i Nynäshamns kommun (2009) Signild Nerheim, Hanna Gustavsson, Lennart Wern, SMHI.

Metodik för inventering av förorenade områden (MIFO). Bedömningsgrunder och vägledning för insamling av underlagsdata. (1999). Naturvårdsverket, Rapport 4918.

Metodik för inventering av förorenade områden (MIFO). Analys- och testmetoder. (1999). Naturvårdsverket, Rapport 4947.

Persson, G., Barring, L., Kjellström, E., Strandberg, G. and Rummukainen, M. (2007). Climate indices for vulnerability assessments. SMHI Reports Meteorology and Climatology, No 111, Norrköping.

SGU: s geologiska kartering:

- Jordartskartorna Nynäshamn NV/SV, SGU Ser Ae nr 31, Nynäshamn NO/SO, SGU Ser Ae nr 32 samt kombinerade jord- och berggrundskartan, Stockholm SV, SGU Ser Ae nr 4 i skala 1:50 000 från 1977, 1977 och 1968, kartor samt tillhörande beskrivningar.
- Berggrundskartorna Nynäshamn NV/SV, SGU Ser Af nr 125, Nynäshamn NO/SO, SGU Ser Af nr 138 i skala 1:50 000 från 1979 och 1982, kartor med tillhörande beskrivningar.

Underlagskartor och MIFO information från Nynäshamns kommun.

Översiktlig skredriskartering i Nynäshamns kommun, Kjessler & Mannerstråle, uppdrag 731172:02, daterad 1995-10-31.

Översiktlig sårbarhetsanalys för översvämning, skred, ras och erosion i bebyggd miljö i ett framtida klimat. Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU 2007:60, bilaga B 14.

Bilaga 1

Nynäshamns kommun
Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys

Utdrag ur Bilaga B 14 till Klimat- och sårbarhetsutredningens slutbetänkande (SOU 2007:60)

Åtgärder för skydd mot skred, ras, erosion och översvämning**Förstärkningsåtgärder för skred, ras och erosion i finkorniga jordar**

Nedan beskrivs de metoder som är vanligast för att motverka skred och ras i finkorniga jordar. Den förstärkande åtgärden kan bestå av en av nedanstående metoder eller kombinationer av dessa (<http://naturolyckor.srv.se>).

Erosionsskydd

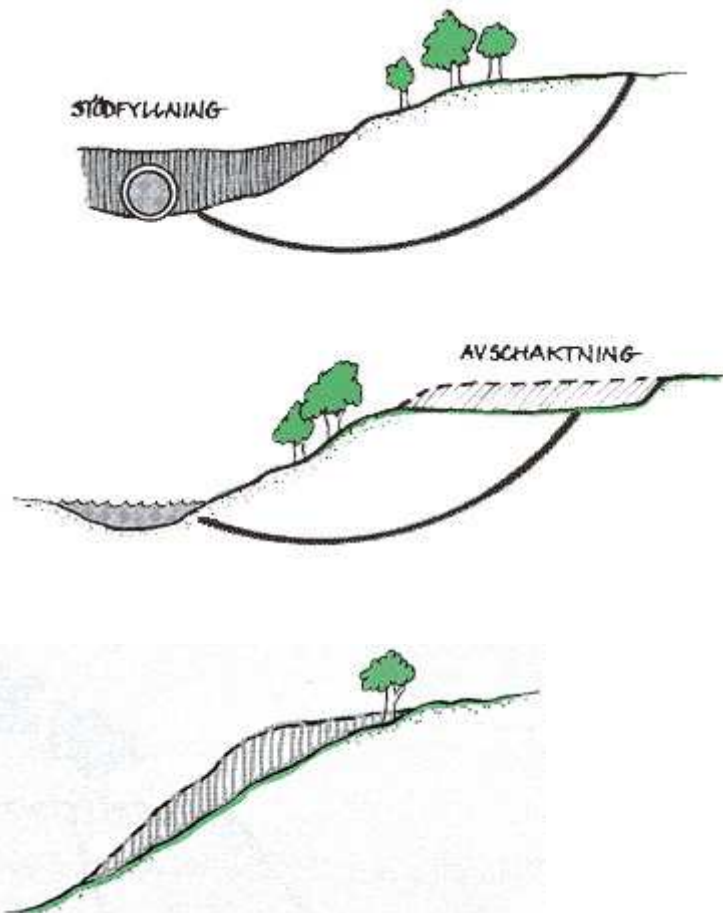
Om släntens nedre del har urholkats genom erosion kan man återställa slänten och hindra framtida erosion genom att lägga ut ett erosionsskydd längs vattendragets kant. Kostnaderna varierar mellan 400 och 450 kr/m³.



Återställning av slänt och utläggning av erosionsskydd. (Skredkommissionen Rapport 5:95)

Stödfyllning, schaktning och utflackning

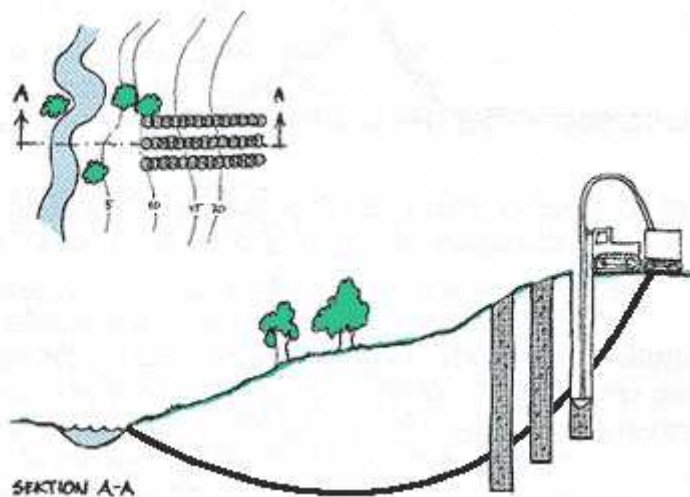
Om slänten är brant kan man lägga massor som stöder och jämnar ut branten, så kallad stödfyllning, eller schakta av den övre delen av slänten och på det sättet ta bort en del av belastningen. Man kan även flacka ut släntens geometri genom att flytta jordmassor. Kostnaden för avschaktning eller stödfyllning/tryckbank varierar avsevärt beroende på om arbetena görs på land eller i vatten, storleksordningen 200-500 kr/m³.



Stödfyllning, avchaktning av släntkrön och utflackning av slänt. (Skredkommissionen rapport 5:95)

Förstärkning med kalk-cementpelare

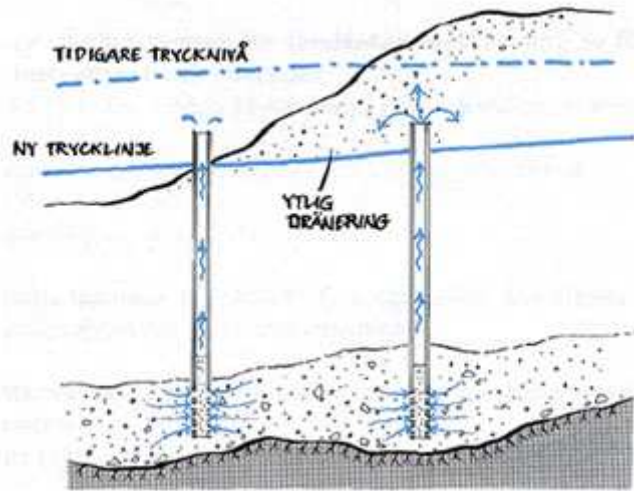
Man kan förstärka slänten genom att installera kalk-ementpelare som installeras i jordlagren till en nivå väl under det befarade skredets eller rasets glidyta. Kalk-cementblandningen kan liknas vid en "svag" cement. Kostnaderna varierar beroende på de platsspecifika förhållandena. Exempelvis uppgick kostnaden för skivor av kalk-cement med cc 2.0 meter, med en bredd på 10 meter och 15 meter djup till 25 000 kr/m.



Förstärkning av jord med kalk/cementpelare. (Skredkommissionen Rapport 5:95)

Sänkning eller begränsning av grundvattentryck

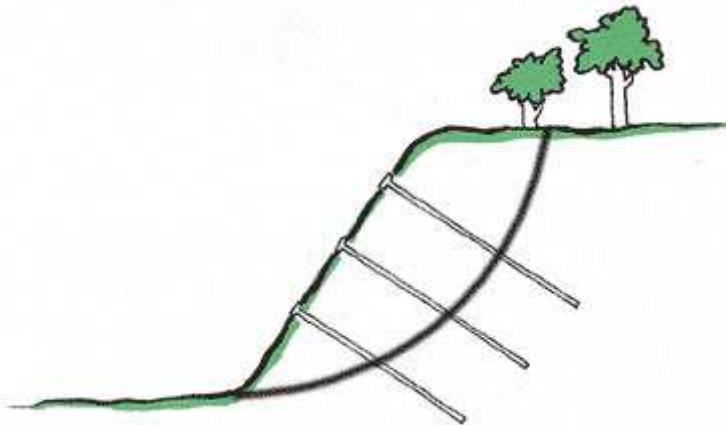
Att sänka eller begränsa grundvattentrycket kan också vara ett sätt att öka släntens stabilitet. Storleksordningen på kostnad för grundvattensänkande brunnar är 40.000 kr/st.



*Sänkning eller begränsning av grundvattentryck.
(Skredkommissionen Rapport 5:95)*

Jordspikning

Jordspikning är en metod att förstärka slänter. Det är viktigt att jordspikarna når bakom den glidyta, som det möjliga skredet eller raset i de oförstärkta jordlagren skulle ha fått. Ett kostnadsexempel för jordspikning i slänt för ett område på 1300m² med jordspikar på avstånd ca 2 m och med 9 m längd uppgick till 1.3 Mkr.



Jordspikning. (Skredkommissionen rapport 5:95)

Åtgärder för skydd mot erosion och översvämning

Det finns olika åtgärder som kan vidtas för att begränsa och förhindra erosion och eventuellt tillhörande översvämning av kustområden. I flera fall finns ett naturligt skydd i form av t.ex. dyner/klitter, som ibland kan behöva förstärkas. Syftet med ett kustskydd/erosionsskydd är att:

- utgöra en barriär mellan vattnet och det erosionskänsliga/erosionsbenägna strandmaterialet;
- dämpa energin i vågor och strömmar innan de når stränderna, varvid möjligheten minskar för vatten och vågor att erodera strandmaterialet;

- styra vattenströmmar och sedimentströmmar så att en önskvärd transport och sedimentation sker av material;
- förhindra att vatten översvämmar byggd miljö och andra landområden.

Exempel på kustskydd är:

- Strandskoning, sponter och kajliknande konstruktioner
- Strandfodring (artificiell sandtillförsel)
- Vågbrytare
- Förstärkning av naturliga kustskydd (dyner eller bukter mellan uddar)
- Hövder
- Vegetation
- Stranddränering

För att uppnå så god effekt som möjligt kombineras ofta olika typer av erosionskydd med varandra. Vilken typ av kustskydd som väljs i varje enskilt fall beror på flera tekniska, ekonomiska och miljömässiga faktorer som måste vägas samman till en helhet.

Nedan beskrivs kortfattat olika typer av kustskydd och deras funktion samt storleksordning av kostnader för svenska förhållanden. Kostnadsuppgifterna avser svenska förhållanden och är angivna i 2006 års prisnivå.

Strandskoning

Strandskoning är ett samlingsbegrepp för olika typer av konstruktioner som uppförs på stränder som är utsatta för erosion, särskilt där vångreppen är svåra. Strandskonings primära funktion är att skilja land och vatten och därigenom begränsa vågors och strömmars möjligheter att erodera stränder och dynbildningar. Dessutom skyddar strandskoningar mot jordskred och ras. Strandskoningen kan antingen placeras direkt på slänten ned mot vattnet eller utföras vertikalt i form av stödmurar eller kajer.

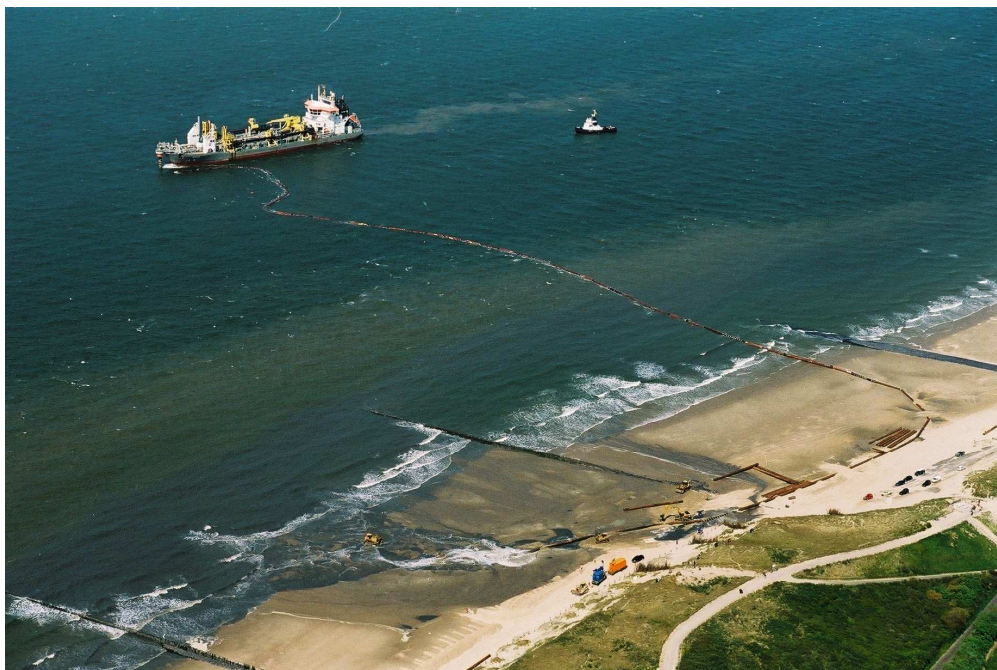
Den vanligaste typen av strandskoning utgörs av block eller sprängsten som placeras ut längs stranden. Konstruktionen utförs oftast som ett så kallat omvänt filter. I vissa fall används betongplattor, betongmattor, gabioner, betongmurselement eller i en enklare form sandfyllda säckar. Användningen är dock begränsad ur den aspekten att det är önskvärt att bevara stora delar av den strandlinje som är utsatt för erosion, antingen från turistsynpunkt (badstränder), ur miljösynpunkt (växt- och djurliv) eller från estetisk synpunkt.

Kostnaderna för strandskoning varierar mellan 800-1200 kr/m².

Strandfodring

Det mest naturliga sättet att skydda stränder mot erosion och därav risk för översvämning är att återställa en eroderande strand till sitt ursprungliga utseende, alternativt till ett annat önskvärt utseende, genom att tillföra sand, strandfodring. Sanden kan utvinnas ur täkter i havet eller på land. Strandfodring är en metod som följer de naturliga processerna och är den helt dominerande kustskyddsmetoden internationellt. Metoden kan utföras som fristående åtgärd eller i kombination med andra åtgärder, t.ex. hövder eller friliggande vågbrytare.

Kostnaderna för strandfodring är starkt volymberoende och varierar beroende på avståndet till täkter i havet eller på land. Utifrån utländska erfarenheter varierar kostnaden mellan 40-100 kr/m³.



Strandfodring. (Foto: Peter Butijin)

Vågbrytare

Vågbrytare används för att minska kraften från vågor och därmed riskerna för erosion och översvämning. Friliggande vågbrytare är konstruktioner som placeras en bit ut från och i huvudsak parallellt med kustlinjen. Genom att vågbrytarna anläggs utanför stranden skyddar de en längre kuststräcka än vad motsvarande konstruktion placerad i strandlinjen skulle ha gjort. Vågbrytare byggs oftast upp av sprängsten och kan med fördel kombineras med andra typer av kustskydd, som t.ex. strandskoning eller strandfodring.

Kostnaderna för vågbrytare varierar beroende på omfattning och vattendjup. Som exempel kan anges vågbrytare av sprängsten som anlagts i Ystad Sandskog under 2006 med kostnaden 1 250 000 kr för 50 m längd och ca 3 m vattendjup.



Vågbrytare. (Foto: Kystdirektoratet, Danmark)

Förstärkning av naturliga kustskydd

I vissa bukter som har karaktäristisk form och är uppbyggda av lösa sediment mellan uddar av utstickande stenpartier, rev eller andra byggda konstruktioner, är det balans mellan erosion och ackumulation av sediment. Sådana bukter utbildas under mycket lång tid och åtgärder kan behöva vidtas för att komplettera de naturliga förhållandena. Om naturliga erosionsbeständiga uddar saknas i kustlandskapet, kan t.ex. strandskoning eller vågbrytare anläggas för att åstadkomma samma effekt.

Kostnaderna för sådana åtgärder beror på de lokala förhållandena och är därför inte möjliga att ange.

Hövder

En hövd är en konstruktion som utbyggs från stranden och vinkelrätt ut i vattnet. På uppströmssidan av hövden kommer material att ansamlas, medan material kommer att eroderas på nedströmssidan. Stranden kommer att byggas upp successivt och strandlinjen flyttas ut mot hövdens ytterände. En mindre mängd material än tidigare kommer att passera förbi hövdens ytterände, vilket medför att det uppkommer erosion på nedströmssidan.

Kostnaderna för hövder varierar mellan 10 000-20 000 kr/m för enklare stenhövder upp till 30 000-40 000 kr/m för hövder som samtidigt används som bryggor.



Hövder för stabilisering av en kuststräcka . (Foto: Kystdirektoratet, Danmark)

Vegetation

Ett vegetationstäckte på naturliga eller konstgjorda sanddyner ger en avsevärt ökad motståndskraft mot erosion. Till skillnad från många av de andra erosions-/kustskydden behövs en viss tid för vegetationen att få full effekt eftersom växterna måste etableras på platsen. Under etableringstiden är skyddet relativt känsligt för påverkan och skador. Det är lämpligt att välja olika typer av växter med olika behov av etablering så att de kompletterar varandra och kan utgöra ett komplett skydd.

Kostnaderna för vegetation beror på typ av växtlighet, som exempel uppgår kostnaden för klitteruppbyggnad (armerad sandvall med plantering) till 200 kr/m².

Tekniska åtgärder för att minska konsekvenser av höga flöden

Det allra effektivaste sättet för att undvika översvämningsskador på bebyggelse är att inte bygga inom områden som riskerar att översvämmas. Redan idag finns ett mycket stort kapital investerat i bebyggelse inom områden som är utsatta för eller kan komma att utsättas för översvämning. Det gäller för såväl dagens klimat som för kommande klimatförändringar. Kapitalet finns både i enskilda byggnaderna och i tillhörande infrastruktur. Det finns också ett stort intresse för ett fortsatt byggande nära vatten. Klimatförändringarna sker successivt vilket medför att varierande vattenstånd kommer att råda under bebyggelsens livslängd. För att undvika att ny bebyggelse lokaliseras på mark som är hotad eller med tiden kan komma att bli hotad av översvämningar är det viktigaste instrumentet den kommunala fysiska planeringen. Ett förändrat klimat skapar förändrade hydrologiska förutsättningar och osäkerheter finns kring klimatets utveckling och konsekvenserna för markens användbarhet för bebyggelse. Effekter av förändrat klimat bör beaktas vid kommande planläggning och vid osäkra förhållanden kan ökade säkerhetsmarginaler behöva användas.

Åtgärder som syftar till att dämpa flödet

Reglerade vattendrag är byggda för att kunna utvinna vattenkraft och med dammar byggda för vattenkraftsproduktion, inte för att dämpa flöden. Viss dämpning kan dock ske genom förändrad hantering av befintliga regleringsanläggningar genom t.ex. förändrad tappningsstrategi inom befintliga vattendomar, dels genom att bygga ut ytterligare regleringskapacitet. En annan möjlighet är att avleda högvattenflöden till låglänta områden. Det förutsätter naturligtvis att skadorna på den översvämmade marken blir mindre än de skador som undviks. Tidigare studier (bl.a. SOU 2002:50) visar att möjligheterna att dämpa höga flöden med hjälp av regleringar är ytterst begränsade. Eventuellt kan mindre översvämningar förhindras. Användbarheten av denna metod är mycket begränsad i Sverige då flertalet dammar är byggda för vattenkraftproduktion och inte för flödesdämpning.

Förutsättningar för flödesdämpning är att dammarna är byggda för flödesdämpning samt att god kännedom om hydrologiska förhållandena i vattendraget finns och att framtida nederbörd kan förutsägas.

En nackdel kan vara att intervallen mellan framtida översvämningstillfällen förlängs och att den vattendragsnära marken tas i anspråk för ytterligare bebyggelse. Därmed kan svårare skador orsakas om översvämningar inträffar.

Åtgärder som syftar till att öka avbördningskapaciteten i vattendraget

Flödet kan ökas genom att öka arean av vattendragets trånga sektioner t.ex. via rensning och genom ombyggnad av broar och dammar. Eventuellt kan vatten ledas över i en alternativ fåra.

All verksamhet i vatten innebär risk för skador och konsekvenser på miljön. På senare år har kraven på miljöhänsyn ökat. Det har medfört att många vattendrag inte rensas och underhålls och möjligheten att genomföra förändringar i de trånga sektionerna är begränsade. I vattendrag där klimatförändringar medför att flödet ökar och där det förekommer vattendragsnära bebyggelse eller infrastruktur kommer troligen åtgärder som innebär förändring av flödet i trånga sektioner att behöva vidtas.

När åtgärder i ett vattendrag vidtas bör det betraktas som en helhet eftersom att åtgärder på enskilda platser kan påverka flödet, erosionsbetingelser eller miljöpåverkan uppströms eller nedströms åtgärden.

Invallning

I syfte att erhålla ny åkermark genomfördes under början av 1900-talet många invallningsföretag. Omfattningen var så stor att verksamheten fick särskilda regler i vattenlagstiftningen, regler som nu återfinns i miljöbalken och restvattenlagen. Permanent invallning av bebyggelse är mindre vanligt. Invallning kan bestå dels av en tät vall som håller vattnet ute, och dels av pumpar som pumpar ut nederbörd och dräneringsvatten som samlas innanför vallen. Invallningar kan vara permanenta eller sättas upp tillfälligt i ett akut skede. Permanenta vallar kan kompletteras med tillfälliga vallar i kortare passager, t.ex. vid väggenomförningar etc. där permanenta vallar är olämpligt.

De invallningar som är till för att dränera mark som ligger lägre än normalvattenståndet kräver i stort sett kontinuerlig pumpning med betydande driftkostnader som följd. Vid

invallningar för extrema situationer kan den fasta installationen bestå av pumpgröpar och därtill hörande fasta kopplingar. Pumpar, temporära barriärer och annan utrustning flyttas dit i översvämningsskedet.

Vallar kan medföra att marken innanför vallen nyexploateras eller att bebyggelsen förtätas. Stora skadekonsekvenser kan uppstå om vallen brister. Detta kan bero på felkonstruktion, bristande underhåll eller att marken översvämmas på grund av att vattnet stiger högre än vallen medger. Vallar kan således medföra "falsk säkerhet". En invallning kan också ge negativa konsekvenser genom att vattendragets kapacitet begränsas/förändras och att områden för flödesdämpning försvinner.

Beredskap för en akut invallning bör finnas i de kommuner där förutsättning för omfattande översvämning råder. Tillgång till invallningsmaterial och pumpar bör finnas. Andra förutsättningar som bör vara kända är kännedom om t.ex. dagvattenledningar korsar eventuell invallning samt om möjlighet att stänga av dessa finns. Geotekniska förutsättningarna bör vara kända så att inte tillfälliga vallar orsakar skred och ras. Tillgång till personal som snabbt kan genomföra åtgärderna bör finnas.

Uppfyllnad - höjning av fastigheter

Risk för översvämningsskador kan minskas genom att mark fylls ut och höjs upp. Detta förutsätter att marken håller för ökad belastning. I vissa fall kan det vara intressant att höja enskilda hus. Exempelvis kan fritidshus på plintar lyftas upp med relativt små ekonomiska medel.

Uppfyllnader kan, liksom invallning, inkräkta på vattendragets kapacitet eller att markens stabilitet äventyras.

Anpassning av byggnader och konstruktioner

Enskilda byggnader kan anpassas för att eliminera eller minska skador. Källarvåningar kan konstrueras för att tåla tillfälligt eller långvarigt vattentryck. Skador kan minskas genom att installationer för el och värme och ventilation inte placeras på översvämning utsatta nivåer och genom att använda byggmaterial som tål vatten i utsatta delar av byggnader. Broar och dammar bör konstrueras så att de klarar en överdämning.

Anpassning av nyttjandet av fastigheter

Fastigheternas användning har stor betydelse för vilka skador som kan uppstå vid en översvämning. Kostnader för källaröversvämningar har ökat eftersom att källare numera ofta används som bostadsyta. Källare och våningar som kan drabbas av översvämning kan exempelvis nyttjas för andra ändamål och bör inte användas som bostadsyta.

Bilaga 2

Nynäshamns kommun
Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys

Digital leverans (CD-skiva) av GIS-skikt.
Samtliga lager i system SWEREF 99 18 00. Angivna höjder i RH 00.

Skikt nr	Beteckning	Beskrivning	Format	Typ
1	Und_omr	Undersökningsområden vid tätorter	Shp, shx, dbf	linje
2	niva_framklim_068cm	Framtida 100-årsvattenstånd (högt scenario) 0,68 m (RH00)	Shp, shx, dbf	polygon
3	Niva_nutklim_130cm	Dagens 100-årsvattenstånd med vinduppstuvning, 1,93 m (RH2000)	Shp, shx, dbf	polygon
4	Niva_fram_Delta_171cm	Framtida 100-årsvattenstånd (Deltakommitténs scenario) 0,68 m (RH00)	Shp, shx, dbf	polygon
5	Ras_skred	Ras och skred utredningsområden	Shp, shx, dbf	polygon
6	Kusterosion	Kusterosion riskområden	Shp, shx, dbf	polygon
7	Miljofarl_verks	Miljöfarlig varksamhet A i riskområden	Shp, shx, dbf	punkt
8	Skyddsobjekt	Övriga riskobjekt i riskområden	Shp, shx, dbf	punkt
9	Fororenade_omr	Förorenade områden riskklass 1,2,3,4 i riskområden	Shp, shx, dbf	punkt
10	lagpkt_1ha_1m	Lågpunkter i terrängen, minst 1 hektar vid vattenfyllnad	Shp, shx, dbf	polygon

Nynäshamns kommun
Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys

Bilaga 3

Förteckning över potentiella riskområden redovisade på kartor

Förorenade områden

Samtliga områden som redovisas nedan tillhör riskklass 3.

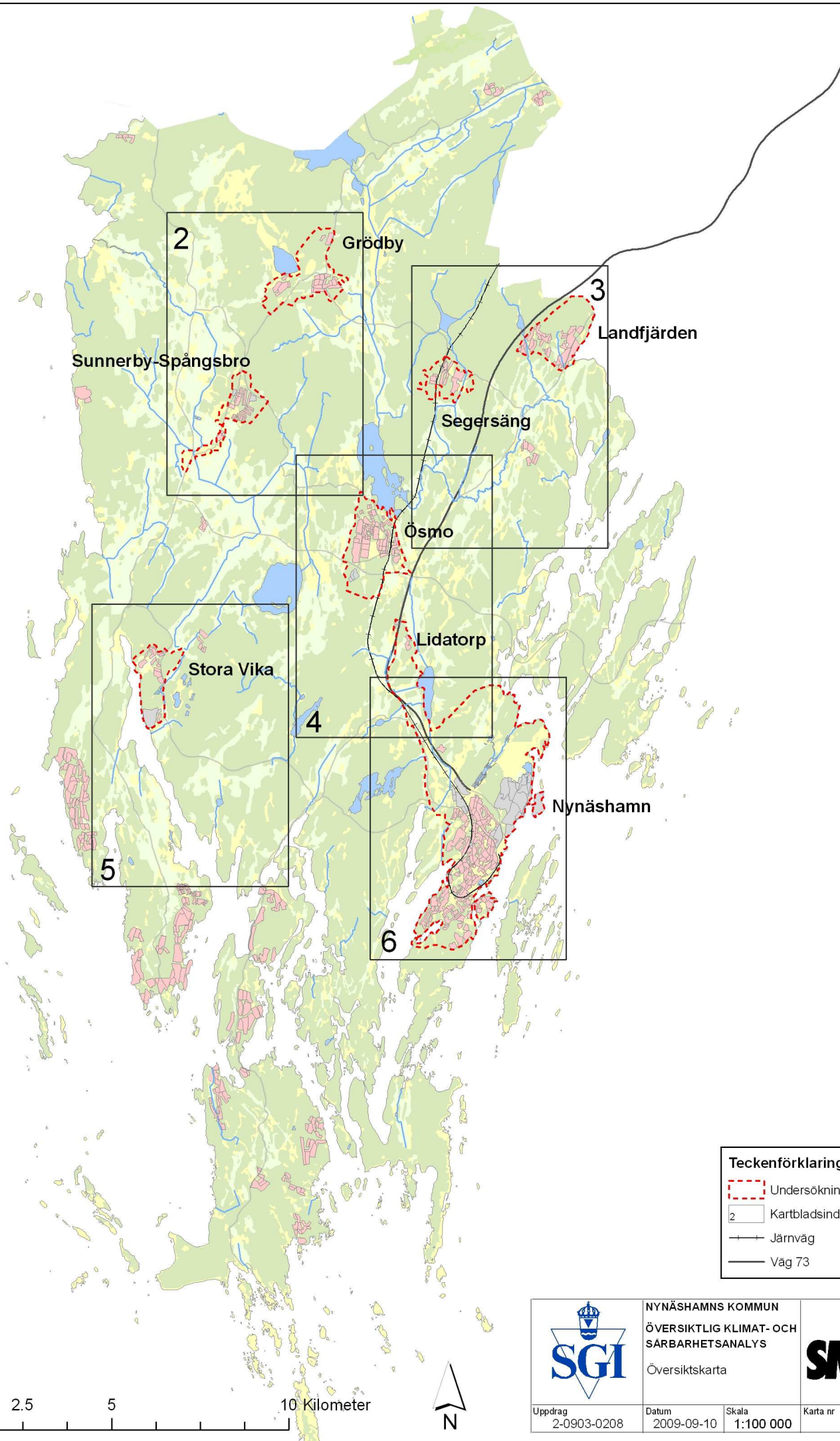
BETECKNING	OBJEKT	BRANSCHINFORMATION	RISK VID KLIMATFÖRÄNDRING
1	Fotogentappning, Kalvö 1:13, f d Nynäs 2:156	Fotogentappning	Ej
2	"	Glasullstillverkning	Ej
3	"	Förläggning och förråd	Ej
4	"	Spånskvivetillverkning	Ej
5	"	Tillverkn av fiskkonserver	Ej
6	"	FoU Metallurgi (framställn av metaller m vissa egenskaper)	Ej
7	Nynäshamn 2:34, bensincisterner	Bensintappning / cisterner	Ej
8	Bensinviken, bensinhamn	Bensinhamn	Utredningsområde - skred- och rasrisk
9	Fotogentappning, Kalvö 1:13, f d Nynäs 2:156	Fotogenhamn	Ej
10	Bensinviken, bensinhamn	Bensinhamn	Utredningsområde - skred- och rasrisk

Miljöfarlig verksamhet

BETECKNING	ANLÄGGNINGSNAMN	OBJEKT	RISK VID KLIMATFÖRÄNDRING
1	Shell Bensin Fiskebryggan	Bensinstation	Översvämning, 100 års återkomsttid
2	Preem Estö TALLOIL STORA VIKA	Bensinstation	Översvämning, Framtida 100-årsvattenstånd enligt Deltakommittén
3	BIOBRÄNSLE AB	Kemiska produkter	Ej
4	OKQ8 automatstation	Bensinstation	Låglänta områden

Övriga skyddsobjekt

BETECKNING	ANLÄGGNINGSNAMN	OBJEKTSTYP
1	GNISTAN 2	EI
2	GULDBRÖLLOPSMINNET 1	Äldreboende
3	KALVÍ 1:3	VA
4	KALVÍ 1:22	Värme
5	MARSTA 5:47	Skola
6	NYNÄSGÅRD 1:7	EI
7	NYNÄSHAMN 2:72	Hamn
8	SVARVEN 7	Räddningstjänst
9	LÅNGREVEN 7	VA
10	LÅNGREVEN 2	Äldreboende
11	MARSTA 5:61	VA
12	KALVÍ 1:25	Hamn
13	STORA VIKA 6:16	VA

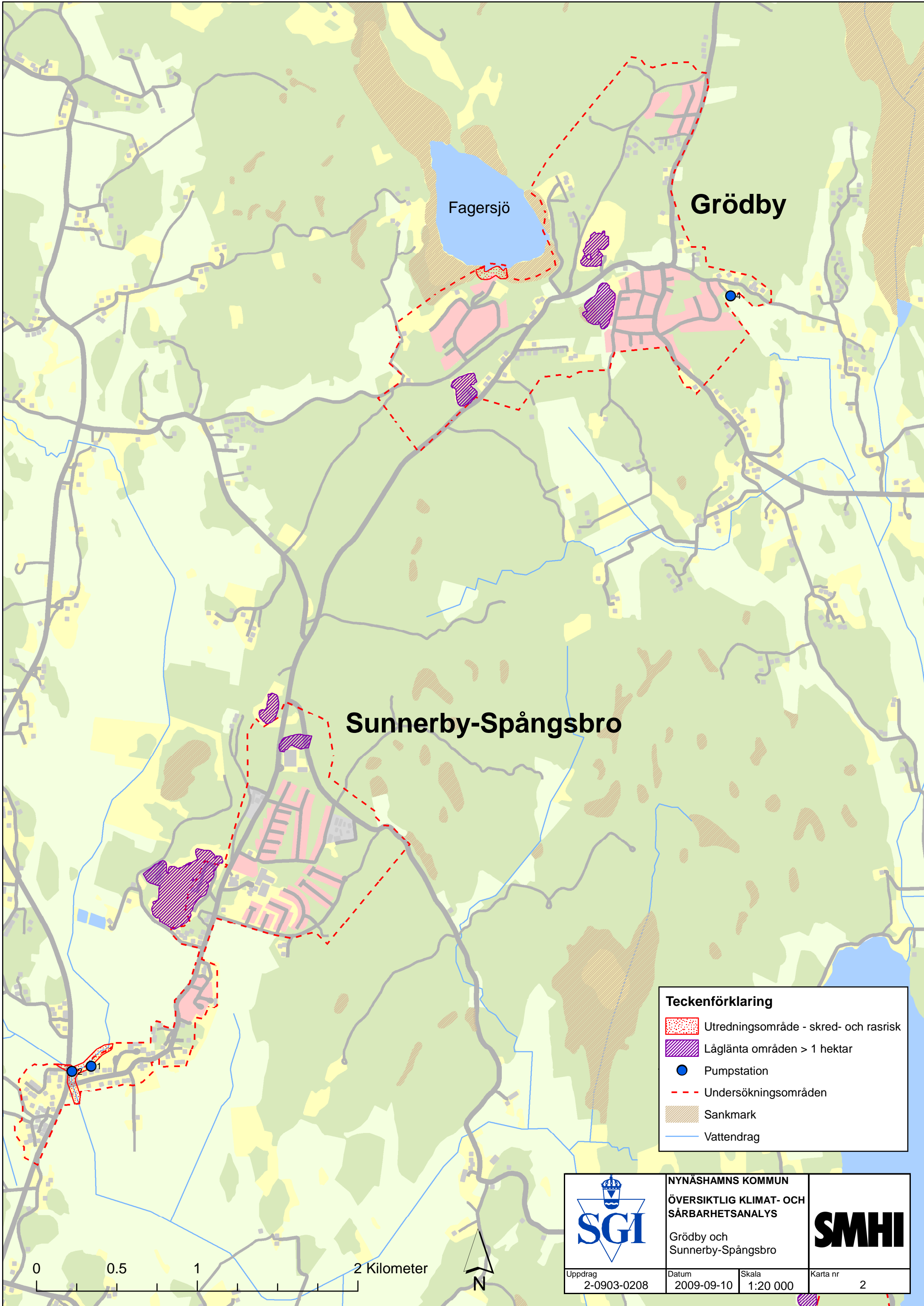


Teckenförklaring	
	Undersökningsområden
	Kartbladsindelning
	Järnväg
	Väg 73

0 2.5 5 10 Kilometer



	NYNÄSHAMNS KOMMUN ÖVERSIKTLIG KLIMAT- OCH SÄRBARHETSANALYS			
	Översiktskarta			
Uppdrag 2-0903-0208	Datum 2009-09-10	Skala 1:100 000	Karta nr 1	



Fagersjö

Grödby

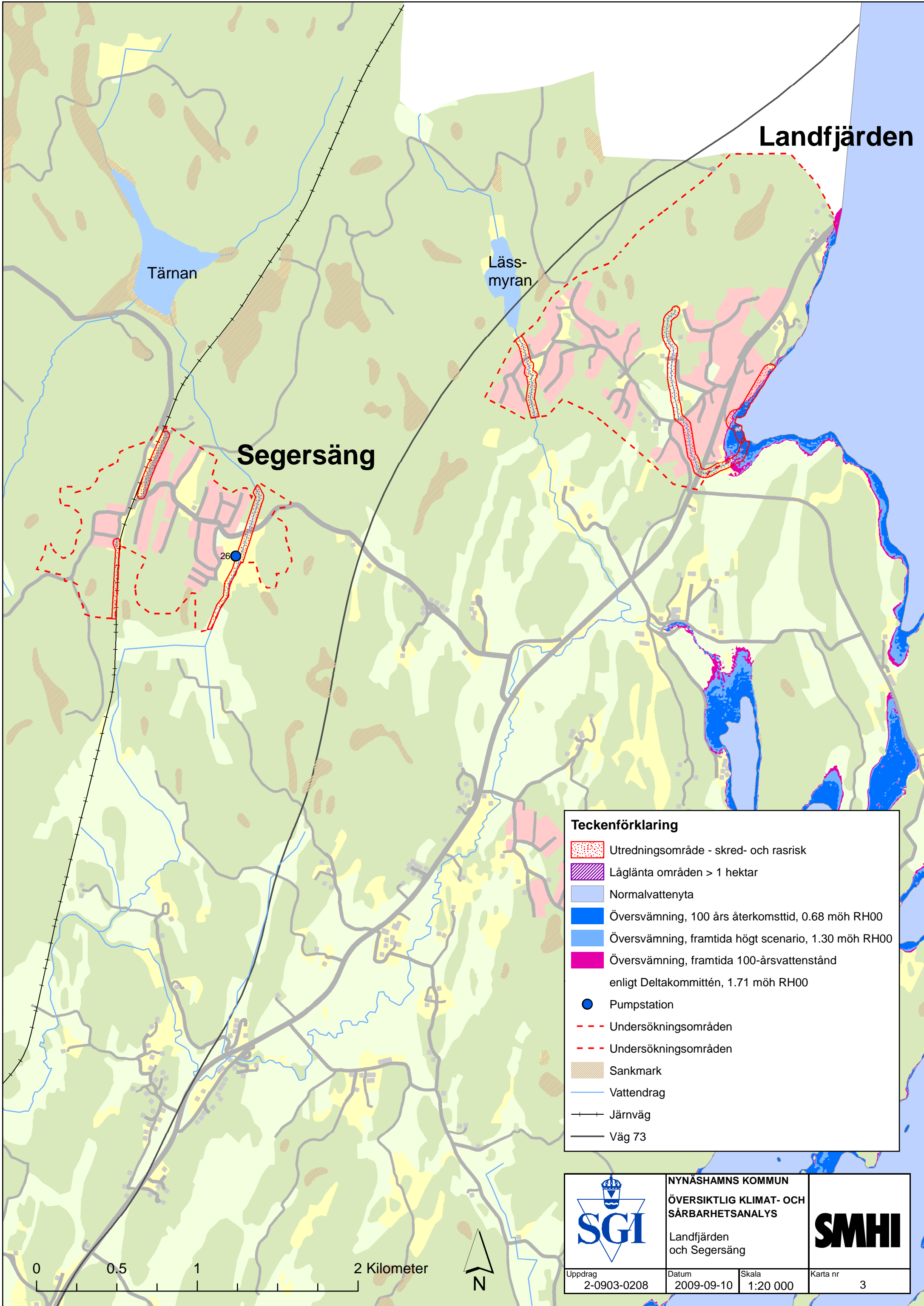
Sunnerby-Spångsbro

Teckenförklaring	
	Utredningsområde - skred- och rasrisk
	Låglänta områden > 1 hektar
	Pumpstation
	Undersökningsområden
	Sankmark
	Vattendrag

	NYNÄSHAMNS KOMMUN ÖVERSIKTLIG KLIMAT- OCH SÅRBARHETSANALYS			
	Grödby och Sunnerby-Spångsbro			
Uppdrag 2-0903-0208	Datum 2009-09-10	Skala 1:20 000	Karta nr 2	

0 0.5 1 2 Kilometer





Landfjärden

Tärnan

Lässmyran

Segersäng

26

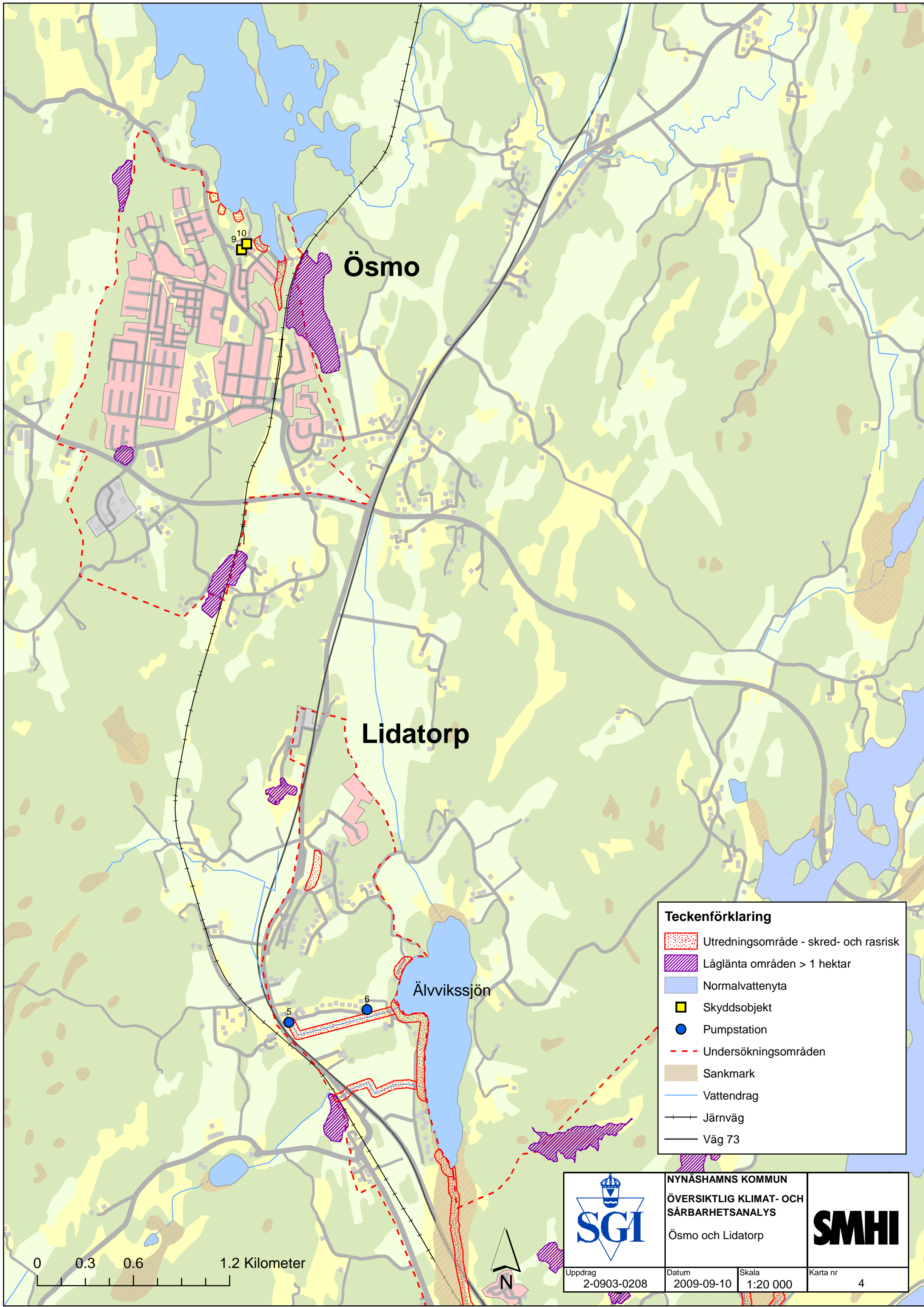
Teckenförklaring

- Utredningsområde - skred- och rasrisk
- Låglänta områden > 1 hektar
- Normalvattenyta
- Översvämning, 100 års återkomsttid, 0.68 möh RH00
- Översvämning, framtida högt scenario, 1.30 möh RH00
- Översvämning, framtida 100-årsvattenstånd enligt Deltakommittén, 1.71 möh RH00
- Pumpstation
- Undersökningsområden
- Undersökningsområden
- Sankmark
- Vattendrag
- ++ Järnväg
- Väg 73

0 0.5 1 2 Kilometer



	NYNÄSHAMNS KOMMUN ÖVERSIKTLIG KLIMAT- OCH SÅRBARHETSANALYS		
	Landfjärden och Segersäng		
Uppdrag 2-0903-0208	Datum 2009-09-10	Skala 1:20 000	Karta nr 3



Ösmo

Lidatorp

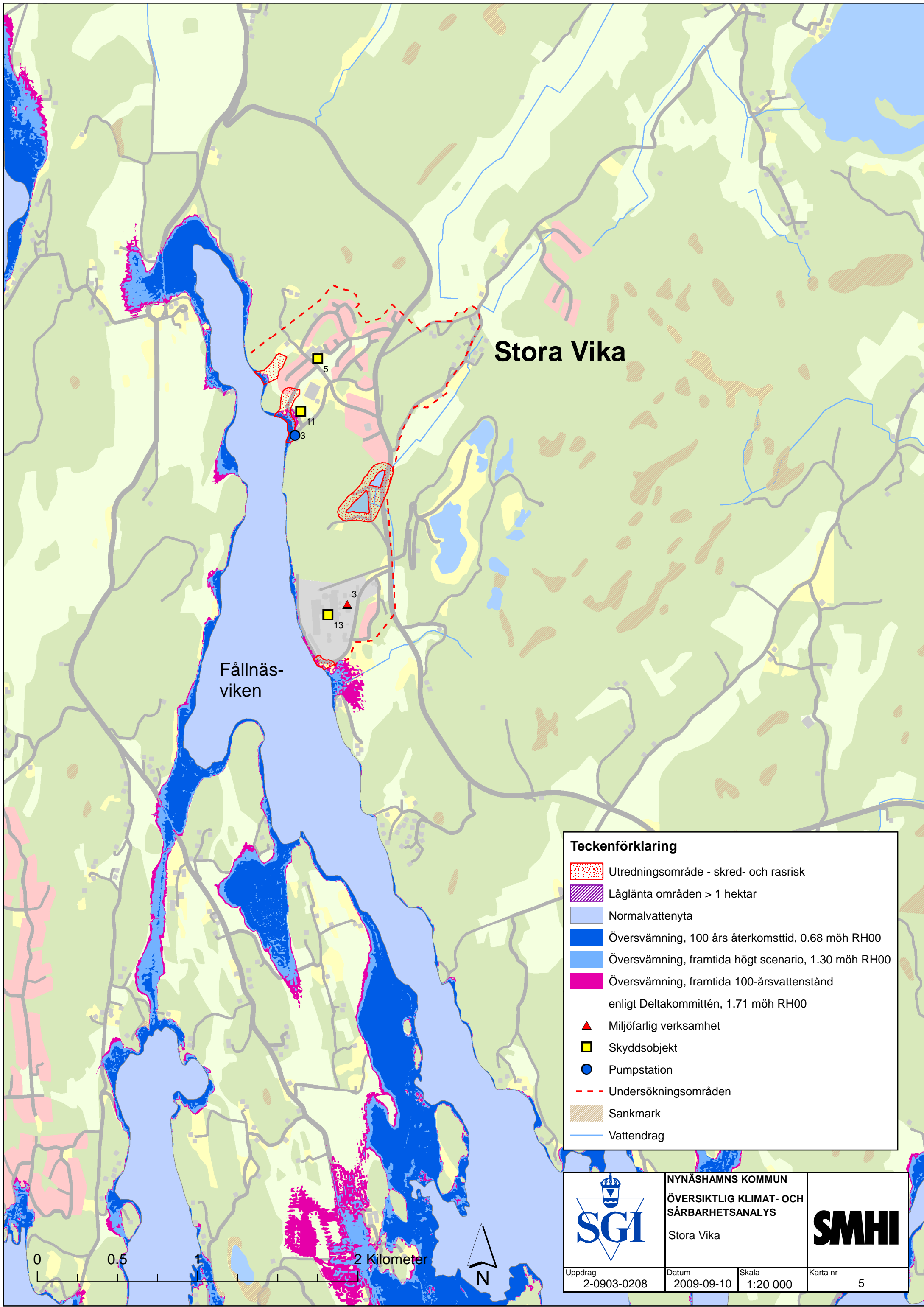
Älvvikssjön

Teckenförklaring	
	Utredningsområde - skred- och rasrisk
	Låglänta områden > 1 hektar
	Normalvattenyta
	Skyddsobjekt
	Pumpstation
	Undersökningsområden
	Sankmark
	Vattendrag
	Järnväg
	Väg 73

	NYNÄSHAMNS KOMMUN ÖVERSIKTLIG KLIMAT- OCH SÄRBARHETSANALYS Ösmo och Lidatorp			
	Uppdrag 2-0903-0208	Datum 2009-09-10	Skala 1:20 000	

0 0.3 0.6 1.2 Kilometer





Stora Vika



**Fållnäs-
viken**

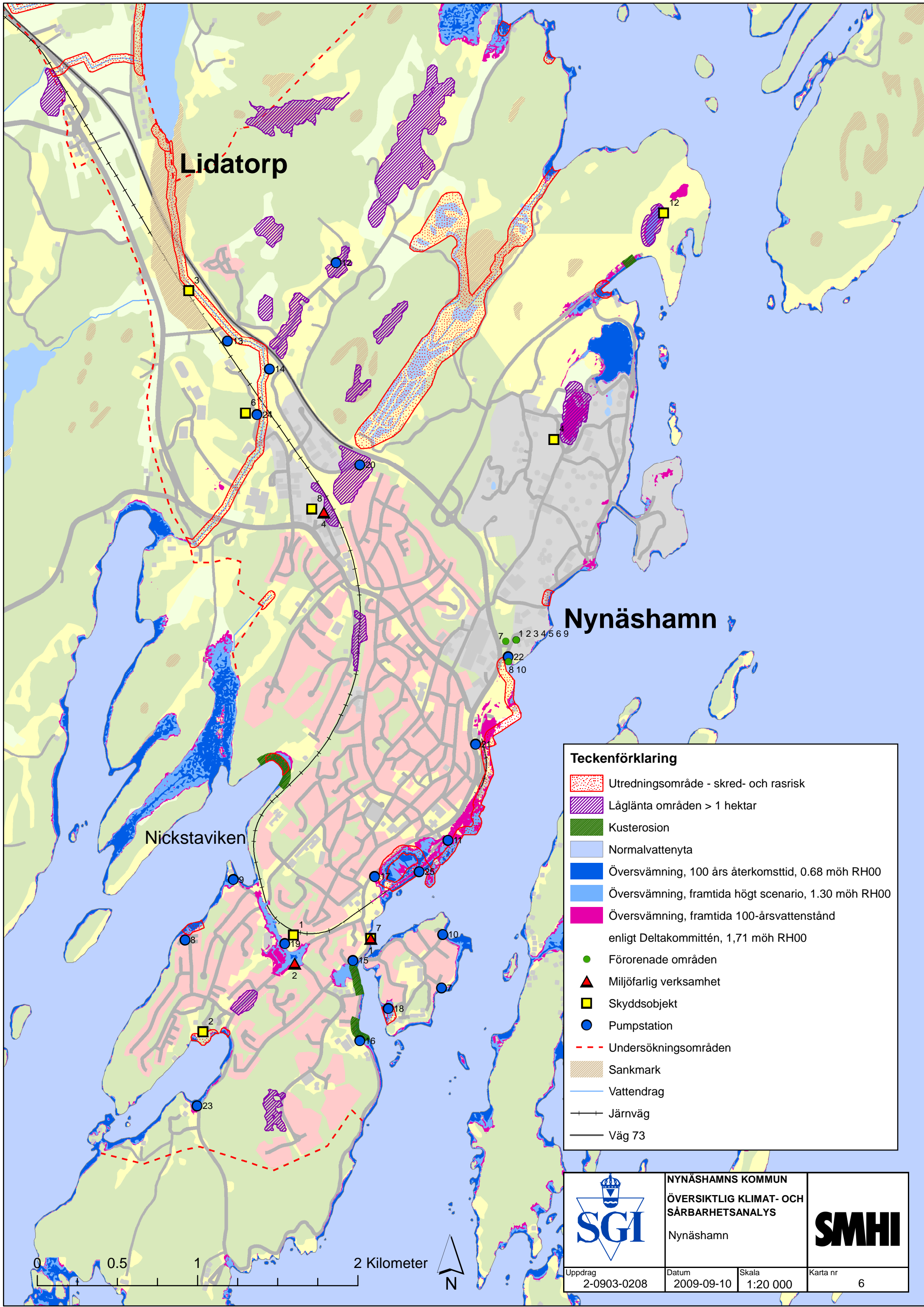
Teckenförklaring

- Utredningsområde - skred- och rasrisk
- Låglänta områden > 1 hektar
- Normalvattenyta
- Översvämning, 100 års återkomsttid, 0.68 möh RH00
- Översvämning, framtida högt scenario, 1.30 möh RH00
- Översvämning, framtida 100-årsvattenstånd enligt Deltakommittén, 1.71 möh RH00
- Miljöfarlig verksamhet
- Skyddsobjekt
- Pumpstation
- Undersökningsområden
- Sankmark
- Vattendrag

0 0.5 1 2 Kilometer



	NYNÄSHAMNS KOMMUN ÖVERSIKTLIG KLIMAT- OCH SÅRBARHETSANALYS Stora Vika			
	Uppdrag 2-0903-0208	Datum 2009-09-10	Skala 1:20 000	



Teckenförklaring

- Utredningsområde - skred- och rasrisk
- Låglanta områden > 1 hektar
- Kusterosion
- Normalvattenyta
- Översvämning, 100 års återkomsttid, 0.68 möh RH00
- Översvämning, framtida högt scenario, 1.30 möh RH00
- Översvämning, framtida 100-årsvattenstånd enligt Deltakommittén, 1,71 möh RH00
- Förorenade områden
- Miljöfarlig verksamhet
- Skyddsobjekt
- Pumpstation
- Undersökningsområden
- Sankmark
- Vattendrag
- Järnväg
- Väg 73



	NYNÄSHAMNS KOMMUN ÖVERSIKTLIG KLIMAT- OCH SÄRBARHETSANALYS Nynäshamn			
	Uppdrag 2-0903-0208	Datum 2009-09-10	Skala 1:20 000	



Statens geotekniska institut
581 93 LINKÖPING
Tel 013–20 18 00 Fax 013–20 19 14



Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 NORRKÖPING
Tel 011–495 80 00 Fax 011–495 80 01