

HELSINGBORGS KOMMUN

Översiktsplan ÖP 2010



Översiktlig klimat- och sårbarhets- analys – naturolyckor

HELSINGBORGSKOMMUN

Översiktsplan ÖP 2010

Översiktlig klimat- och sårbarhets- analys – naturolyckor

Datum: 2009-03-31
Diarienumr: 2-0811-0825
Uppdragsnr: 13835
Uppdragsansvarig: Bengt Rydell, SGI
Handläggare: Ann-Christine Hågeryd och
Yvonne Andersson-Sköld, SGI
Hans Björn, Dan Eklund, Sten Bergström och
Signild Nerheim, SMHI

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	4
1 BAKGRUND	7
1.1 UPPDRAGETS OMFATTNING	7
1.2 KLIMATFÖRÄNDRINGAR OCH RISKER FÖR NATUROLYCKOR	7
2 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR UTREDNINGEN	9
2.1 PRINCIPER FÖR REDOVISNING	9
2.2 AVGRÄNSNINGAR	9
3 GEOLOGISK / GEOTEKNISK ÖVERSIKT	10
3.1 BERGGRUND	10
3.2 JORDLAGER	10
3.3 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	11
4 RISKER FÖR ÖVERSVÄMNING	12
4.1 KLIMATMODELLER OCH FRAMTIDA HAVSNIVÅER	12
4.2 HAVSVATTENSTÅND IDAG OCH I FRAMTIDEN VID HELSINGBORG	13
4.2.1 Använd metodik	14
4.2.2 Vattenstånd i havet	15
4.2.3 Vattennivåer vid vinduppstuvning	17
4.2.4 Potentiella riskområden	17
4.3 ÖVERSVÄMNINGAR VID VATTENDRAG	18
4.4 FRAMTIDA KLIMATPÅVERKADE FLÖDEN	19
4.4.1 Använd metodik	19
4.4.2 Förändring av flöden i vattendrag	21
5 RISKER FÖR KUSTEROSION	22
5.1 ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV KUSTSTRÄCKAN	22
5.2 EROSIONSFÖRHÅLLANDEN	23
5.3 POTENTIELLA RISKOMRÅDEN	24
6 RISKER FÖR SKRED OCH RAS	26
6.1 ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV FÖRUTSÄTTNINGAR	26
6.2 INVENTERING AV FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR SKRED OCH RAS	26
6.3 POTENTIELLA RISKOMRÅDEN	27
7 RISKOBJEKT, FÖRORENAD MARK OCH MILJÖFARLIG VERKSAMHET	28
7.1 KLASSIFICERING OCH INDELNING	28
7.2 POTENTIELLA RISKOMRÅDEN	29
8 OMRÅDEN MED LÅGPUNKTER I TERRÄNGEN	32
9 STRATEGIER OCH ALTERNATIVA UTFÖRANDE FÖR SKYDD MOT NATUROLYCKOR	33
10 REKOMMENDATIONER FÖR FYSISK PLANERING OCH KLIMATANPASSNING	35
11 BEHOV AV KOMPLETTERANDE UTREDNINGAR	36
12 REFERENSER	38
13 BILAGOR	40
KARTOR	

Helsingborgs kommun Översiktsplan ÖP 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 för Helsingborgs 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.

Översvämningar

Översvämningens risker bestäms dels av havsvattenståndet, dels av vattenstånd och flöden i Råån och Vegeån med biflöden. Översvämningens risker ökar när vattenståndet i havet är högt samtidigt som det är höga flöden i vattendragen. Konsekvenser av intensiva skyfall, främst sommartid, har inte studerats inom detta uppdrag.

Framtidens medel- och extrema havsnivåer vid Helsingborg har beräknats för ett lågt och ett högt scenario baserade på IPCC:s värdering 2007. Det lägsta fallet som använts för översvämningens- och erosionsrisker bygger på statistiska beräkningar av havsvattenståndet i dagens klimat. Dessutom belyses förändringar utifrån den holländska Deltakommitténs bedömningar. Dagens 100-årsvattenstånd bedöms uppgå till ca 1,8 m (beräknat 1,73 m). Framtida 100-årsvattenstånd har beräknats för två scenarier, där ett lågt scenario innebär en nivå av ca 2,0 m (beräknat 1,95 m) och ett högt scenario ca 2,4 m (beräknat 2,36 m). Utöver dessa värden tillkommer en nivåökning på 0,2 m vid nordvästlig 100-årsvind. Deltakommitténs högsta nivå ger ett 100-årsvattenstånd på ca 2,8 m (beräknat 2,77 m). Alla nivåer anges i RH 2000. Det bör observeras att havets nivå kommer att fortsätta stiga även efter år 2100.

Det är framförallt Helsingborgs hamnområde och området kring Rååns mynning 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 men har inte använts vid bedömning av översvämningens risker i denna utredning.

För Råån och Vegeån beräknas vid dagens förhållanden inte några större områden att påverkas, ett drabbat område är dock Rååns mynning. Vid det högre scenariot drabbas främst Helsingborgs hamnområde och området kring Rååns mynning. I vattendragen beräknas flöden med återkomsttider på 100 år öka i större delen av regionen. De förväntade milda vintrarna i framtiden gör att ökningen är särskilt stor vad det gäller höst- och vinterflöden.

Erosion

För kuststräckan finns risk för dels erosion på stränder, dels överspolning av förekommande dyner och översvämning av bakomliggande markområden vid höga havsnivåer.

Strandplanet och dynerna är längs hela delområdet utsatta för erosion för dagens förhållanden och i ökad utsträckning vid klimatförändringar. På vissa sträckor har skyddsåtgärder vidtagits men det har inte ingått i utredningen att klarlägga omfattningen av dessa.

Längs den södra delen av kuststräckan från Rydebäck till södra hamnområdet i Helsingborg kan erosionen komma att beröra ett område ca 40 m från strandlinjen om inga åtgärder vidtas. I södra delen finns områden med befintlig bebyggelse som kommer att påverkas. För området norr om hamnen till Domsten är motsvarande erosionszon ca 60 till 80 m bred och även här berörs viss befintlig bebyggelse. På vissa sträckor är sandstränderna smala och berget går ställvis i dagen. Längst i norr vid Viken bedöms att ca 40 m strand kan komma att påverkas. Vid Skälderviken kan erosionen komma att påverka ett område med 60 m bredd.

Skred och ras

Utredningen har i samråd med Helsingborgs kommun avgränsats till potentiella utbyggnadsområden. Stabilitetsförhållandena har studerats främst i anslutning till vattendrag och lutande terräng. Jordlagren inom de undersökta delområdena är i huvudsak fasta. I anslutning till vattendrag förekommer emellertid lera och svämsediment med inlagrad 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. Det finns också ravinbildningar både i jord och i berg. Vid kraftig nederbörd och stora vattenflöden kan ravinerna växa till och eventuellt medföra skador på angränsande bebyggelse och infrastruktur.

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. Förorenade områden är i vissa fall belägna inom områden som kan komma att påverkas av högt vattenstånd, framförallt i hamnområdet och vid Rååns mynning. Det finns dessutom tre nedlagda deponier inom områden med risk för höga vattenstånd inom hamnområdet, vid Rååns respektive Vegeåns mynnings. Miljöfarlig verksamhet förekommer inom områden där det bedömts föreligga översvänningsrisk inom hamnområdet eller nära detta riskområde.

Rekommendationer för fysisk planering

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.

När det gäller framtida klimatpåverkade flöden och havsvattenstånd bör utgångspunkten vara de scenarier som bygger på kunskap som finns tillgänglig idag. Det är samtidigt viktigt att bevaka de nya resultat som kommer från forskarsamhället.

Strandnära områden med bredd angiven ovan kan komma att påverkas av erosion då hänsyn tagits till klimatförändringar fram till år 2100 om inga åtgärder vidtas. Om inga åtgärder vidtas mot erosion kommer befintliga dyner att erodera så att det naturliga

skyddet mot översvämning av låglänta områden försvinner. Stränderna och förekommande dyner måste därför skyddas mot erosion. Detta gäller områden med både befintlig och planerad ny bebyggelse.

Inom de områden som bedömts 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.

Markanvändningen inom förorenade områden, framförallt klass 1 och 2, 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 földeffekter (ras, skred, erosion, översvämning, höga flöden) som redovisas i denna utredning.

För områden med miljöfarlig verksamhet och riskobjekt som kan påverkas av naturolyckor bör utföras en specifik riskanalys. I riskanalysen ska hänsyn tas till konsekvenser av klimatförändringar och klargöras behov av åtgärder.

1 BAKGRUND

1.1 Uppdragets omfattning

På uppdrag av Helsingborgs kommun har Statens geotekniska institut (SGI) och SMHI utfört en översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys avseende naturolyckor som underlag för en kommunomfattande översiktsplan för Helsingborg. 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. Helsingborgs kommun har en ca 23 km lång kuststräcka mot Öresund och 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 dyner och 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 infrastruktur. 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. Samhället har förändrats mer än klimatet.

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. Uppläggningsen av arbetet har gjorts i samråd med Helsingborgs 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 1. Som underlagskarta i analysen har digital baskarta över Helsingborgs 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 och ras i samråd med Helsingborgs kommun avgränsats till potentiella utbyggnadsområdena, redovisade i kommunens ”Markanvändningskarta” i Översiktsplanen 2002. Dessa områden finns angivna på Karta 1 och omfattar befintlig stadsbebyggelse och föreslagna utbyggnadsområden för bostäder, service, verksamheter och utvecklingsområden. När det gäller översvämning och erosion har utredningen omfattat hela kuststräckan. Dessutom har sammanställts uppgifter från tidigare utredningar för Råån, Vegeån och Oderbäcken.

Utredningen har baserats på underlag som tillhandahållits av Helsingborgs 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 Rosby 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.

Nya klimatberäkningar tillkommer mer eller mindre kontinuerligt genom stora internationella forskningsinsatser. För närvarande deltar SMHI i ett europeiskt forskningsprojekt, ENSEMBLES, som tar fram ett stort antal nya regionala klimatscenarier, bland annat för Sverige. Resultat börjar bli tillgängliga under 2009 och nya analyser av de konsekvenser och osäkerheter görs efterhand. Dessa resultat har dock inte varit tillgängliga för denna utredning.

3 GEOLOGISK / GEOTEKNISK ÖVERSIKT

Beskrivning av de geologiska och geotekniska förhållandena utgår från befintligt geologiskt kartmaterial med tillhörande beskrivningar från SGU samt ett urval av geotekniska utredningar som Helsingborgs kommun tillhandahållit.

3.1 Berggrund

Berggrunden i Helsingborgs kommun utgörs till största delen av sedimentära bergarter från de geologiska tidsperioderna trias och jura. Dessa bildades för ca 210-190 miljoner år sedan. I den så kallade Helsingborgsformationen eller Helsingborgslagren är berglagren cykliskt växellagrade och har en mäktighet av ca 200 m. De består av grova, grå, lösa kaolinhaltiga sand- och mostenar överlagrade av leror, kolskiffrar eller kol.

Kågerödsformationen går i dagen i Rååns dalgång, i bäckravinerna i den västra delen av kommunen från Rååns dalgång och norrut samt nordväst om Ödåkra. Kågerödsformationen, som utgörs av grövre sediment, kan även innehålla urbergskvarts- och gnejs, vittrad diabas och skiffer. Mellanmassan utgörs av grå-vit kaolin.

Rät-lias, ”Skånes stenkolsförande formation” återfinns som en bred bård utmed gränsen till Kågerödsformationen.

De berggrundsmorfologiska förkastningslinjer som framträder i berggrundsytan har en nordväst-sydostlig huvudriktning. Man kan urskilja tre berggrundsmorfologiska delområden i Helsingborgs kommun:

- **Ängelholmssänkan**, begränsad av Söderåsen i nordost och Helsingborgsryggen i nordväst.
- **Helsingborgsryggen**, ett upphöjt berggrundsparti, som kan följas diagonalt över kommunen från sydost till nordväst. Berggrundsytan stiger från 35-40 m ö h i nordväst till 75-80 m ö h i de sydostligaste delarna.
- **Danska sänkans marginalzon**, den kraftiga förkastningsbranten från Kulla Gunnarstorp till Raus. Hela sluttningen är en del av den berggrundstektoniska linjen, som utgör gränsen mellan den fennoskandiska randzonen och den danska sänkan.

3.2 Jordlager

Enligt SGU:s jordartskarta och beskrivning är jordlagrens mäktighet mycket varierande med jorddjup mellan 0 och 100 m. För beskrivning av jorddjup och jordlagrens stratigrafi används samma områdesindelning som ovan för berggrunden.

- Jorddjupet är störst i norr i Ängelholmssänkans djupare delar, ca 35 m, och avtar till 20-25 m i sänkans inre delar mot sydost. I sänkans kanter är jordlagrens mäktighet på flera ställen mindre än 0,5 m. Jordarten inom området utgörs främst av glaciärra, lokalt överlagrad av postglaciärra lager av sand och silt. Lermäktigheten är i allmänhet 5-10 m och den maximala mäktigheten ca 20-24 m.
- Jordtäckets på Helsingborgsryggen är relativt tunt och utgörs främst av morän, lerig morän och moränlera med en genomsnittlig mäktighet av ca 5 m. Största mäktigheterna (9-18 m) finns i backstråket väster om Mörarp och norr om Vallåkra. Jordtäckets morfologi följer i huvudsak bergytan. I de nordvästra delarna förekommer intermoräna sediment, som utgörs av 2-5 m mäktiga sand- och grusavlagringar.

- Inom Danska sänkans marginalzon domineras landskapet väster om Råån av ett markerat backstråk, som sträcker sig i nordväst-sydostlig riktning från kusten ca 6 km söder om kommungränsen. Backarna är uppbyggda av kvartära lager med en jordmäktighet av 90-100 m. De högsta kullarna i Helsingborgs kommun ligger på ca 50 m ö h strax söder om Vallåkra. Norr om backstråket avtar jorddjupet successivt upp mot Rååns dalgång. De kvartära avlagringarna, som främst utgörs av siltig morän och moränlera har en mycket komplex uppbyggnad och intermoräna sediment, sand och silt förekommer. I de lägre partierna täcks moränen ställvis av leriga silt- och sandavlagringar.

Utefter Öresundskusten från södra kommungränsen och upp till Hittarp och Kulla Gunnarstorp ca 6 km norr om Helsingborg förekommer en på många ställen markant strandklint med strandhak och strandvallar. Kustzonen utgörs främst av sand- och grusavlagringar. Främst utmed kusten från Råå och ca 5 km norrut förekommer mäktiga vindavlagrade sediment, sanddyner, I de södra delarna av Helsingborg är området ca 1 km brett.

Från Raus och norrut och utmed Råån förekommer ravinbildningar i siltiga moräner, som ofta är svallade i överytan och ställvis innehåller intermoräna sediment, se ovan. I raviner och dalgångar har avlagrats svämsediment, lera, silt och sand. Inlagringar av organisk jord förekommer ofta i dessa sediment. I ravinerna och i strandhaken går berget i dagen på flera ställen.

Högsta kustlinjen (HK) varierar och det finns här två nivåer för HK, en högre, som ligger på ca 57 m ö h och en lägre i de sydligaste delarna av kommunen på ca 20 m ö h. På nivåer över 57 m ö h är moränkullarna i regel osvallade, medan moränen under den nivå vanligen är svallad. Svallningsgränsen är på flera ställen också markerad genom tydliga strandhak.

3.3 Geotekniska förhållanden

Med utgångspunkt från befintligt geologiskt och geotekniskt underlagsmaterial bedöms inom huvuddelen av kommunen förekomma lermorän eller lerig siltmorän samt lera och silt med varierande mäktighet. Jordlagren är ofta fasta och har hög hållfasthet (skjuvhållfasthet >100 kPa). Grundvattenförhållandena kan vara komplexa där lagerföljden växlar. Sand- och grusavlagringar som förekommer närmast kusten har varierande lagringstäthet. Grundvattennivåerna påverkas kraftigt av havets nivå.

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 i Helsingborg bestäms dels av havsvattenståndet, dels av vattenstånd och flöde i Råån, Oderbäcken och Vegeån med biflöden. Översvämningsrisken ökar när vattenståndet i havet är högt samtidigt som det är höga flöden i vattendragen. En annan typ av översvämningsrisker är de som orsakas av intensiva skyfall, främst sommartid, vid vilka dagvattensystemet inte förmår leda bort vattenmängderna. Konsekvenser av sådana händelser har inte studerats inom detta uppdrag.

4.1 Klimatmodeller och framtida havsnivåer

Vid Rosby Centre på SMHI har tredimensionella regionala klimatmodeller utvecklats som beskriver atmosfären, landytorna, hav och is. RCAO (Rossby Centre Atmosphere and Ocean Model) är ett kopplat, högupplöst modellsystem som binder samman de olika delarna. Beräkningsområdet för RCAO motsvarar ungefär Europa.

Klimatförändringar orsakade av förändringar i t.ex. atmosfärens sammansättning eller markytans beskaffenhet kan beräknas i klimatmodeller. Eftersom det är mycket osäkert hur stora förändringarna blir eller hur snabbt förändringarna sker utgår man från olika scenarier, dvs. olika tänkbara utvecklingsvägar. IPCC (Intergovernmental panel of Climate Change) har utarbetat olika utsläppsscenarier (SRES_Special Report on Emission Scenarios). De baseras på antaganden om bl.a. befolkningsutveckling, socio-ekonomisk och teknologisk utveckling. Vid beräkningar i denna utredning används utsläppsscenarierna A2 och B2, varav A2 representerar en högre utsläppsnivå än B2. 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. Mer information om de olika scenarierna finns t.ex. läsa i Naturvårdsverkets bok "En ännu varmare värld" (Bernes, 2007).

Klimatsystemet är globalt. Eftersom RCAO är ett regionalt modellsystem behövs data från en global modell för att beskriva situationen längs kanterna på det regionala området. SMHI använder data från två olika globala modeller; den tyska ECHAM/OPYC3 från Max-Planck Institutet och den brittiska HadAM3H från Hadley Centre. Det går inte att säga att någon av dessa modeller är bättre än den andra.

Modellresultaten från RCAO avseende förhållandena 2071-2100 har använts för flödesberäkningarna nedan. För beräkningen av framtida havsvattenståndet i Helsingborg används resultat från de globala modeller som redovisas av IPCC men även nyare resultat diskuteras.

I IPCC:s Assessment Report 4 (AR4) presenteras resultaten om framtida vattenståndsnivåer som grundas på de senaste framstegen inom klimatmodellering fram till och med ungefär 2005 (IPCC, 2007). Fördröjningen på ca två år beror på att resultat måste vara vetenskapligt granskat för att kunna användas i processen. För perioden 2090-2099 beräknas havsnivån enligt IPCC stiga med 18-59 cm jämfört med referensperioden 1980-1999. Resultaten grundar sig på ett större antal förbättrade klimatmodeller och förbättrad information om osäkerheter i drivningen av modellerna. Osäkerhetsintervallet omfattar här 5 till 95-percentilen av modellomfånget. Det presenterade osäkerhetsintervallet är ett globalt medelvärde. I IPCC:s Third Assessment Report (IPCC, 2001) och i IPCC:s Assessment Report 4 (IPCC, 2007) beskrevs en eventuell accelererad höjning av havs-

nivån fram till 2100 på grund av glaciärers hastiga respons på klimatförändringar bara översiktligt.

Senare års rapporter om isutbredningens förändringar i Antarktis och Grönland visar att modellerna inte fångar alla variationer. AR4 utgår ifrån den ökning i isflöde från Grönland och Antarktis som har observerats 1993-2003, men isflödet kan både öka och minska i framtiden. Om förändringen ökar linjärt med ökande temperatur kan vattenståndet stiga med ytterligare 0,1-0,2 m. Det finns också regionala variationer. AR4 visar att ökningen av medelvattenytan i Nordsjön kan ligga upp mot 0,2 m över det globala medelvärdet.

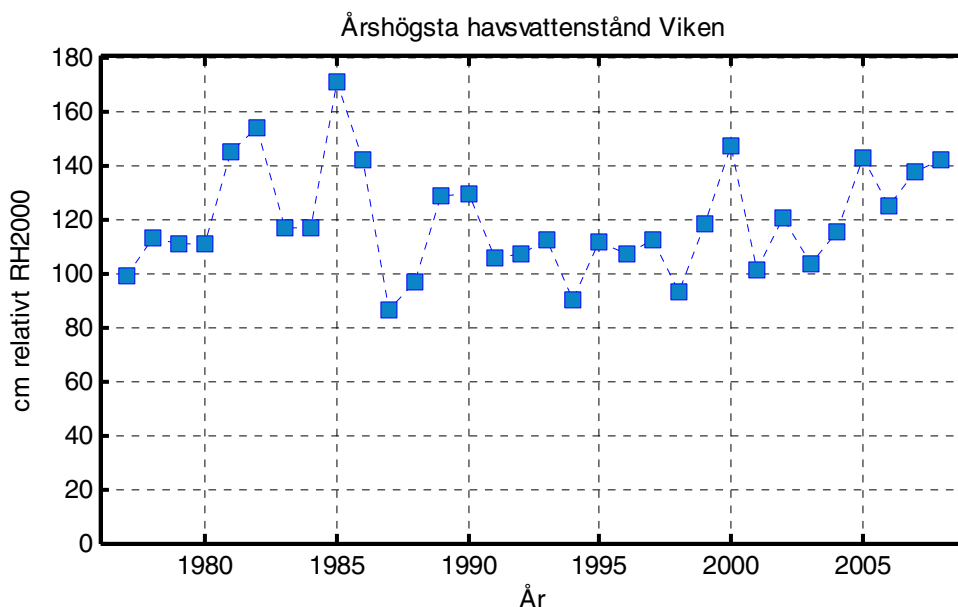
Efter AR4 har flera vetenskapliga artiklar publicerats som indikerar att ismältningen kan ske snabbare än vad som uppskattats tidigare. En vetenskaplig kommitté nedsatt av den holländska Deltakommittén presenterade år 2008 sin utvärdering av de senaste vetenskapliga resultaten. Man drog slutsatsen att 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.

Även i Göteborg och Malmö har man analyserat konsekvenserna av högre vattenstånd i havet på grund av en global uppvärmning (Göteborgs stad, 2009; Malmö Stadsbyggnadskontor, 2008). I Göteborg stads utredning förs en diskussion om riskerna för att de siffror som IPCC anger kan ligga för lågt.

Man kan naturligtvis fråga sig varför senare analyser skiljer sig så mycket från IPCC:s siffror. En stor del av skillnaden är dock skenbar. Ett problem är att IPCC ibland tolkats alltför bokstavligt utan att ta hänsyn till att IPCC - som det uttryckligen skrivs i sammanfattningen för beslutsfattare - inte tagit hänsyn till dynamiska processer i samband med isflöden (Naturvårdsverket, 2007, sid. 33). 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 Helsingborg

SMHI har mätt vattenstånd i Viken sedan 1976, se Figur 4-1. På grund av Öresunds speciella topografi är det vanligt med högre vattenstånd i norra Öresund än i södra, vilket syns tydligt när vattenstånden i Viken och Barsebäck jämförs. Mätserien från Viken har använts som underlag för att beräkna dagens och framtida extrema vattenstånd. Mätningarna har pågått relativt kort tid, vilket gör att beräknade extrema värden för långa återkomsttider blir mer osäkra.



Figur 4-1. Årshögsta vattenstånd 1976-2008 i Viken i cm relativt RH 2000.

4.2.1 Använd metodik

Framtidens medel- och extrema havsnivåer vid Helsingborg har beräknats för ett högt och ett lågt scenario samt utifrån Deltakommitténs bedömningar. I det sistnämnda fallet utgår denna utredning från att regionala effekter utanför Holland är likartade med de regionala effekterna i Kattegatt. Tabell 4-1 visar vilka scenarier som beräknats. Av praktiska skäl har använts olika perioder för dagens och framtidens klimat. Då de regionala scenarierna för havsvattenstånd i Östersjön avser 30-årsperioderna 1961-1990 och 2071-2100, har valts dessa perioder för regionala beräkningar av vattenstånd till skillnad från IPCC som använt perioderna 1980-1999 respektive 2090-2099 för dagens och framtidens klimat. Denna avvikelser har dock marginell betydelse.

Tabell 4-1. Beskrivning av de fall som beräknats för dagens och framtidens klimat.

Fall	Beskrivning
Dagens klimat	Årets högsta vattenstånd baserat på mätdata från Viken. Gäller perioden 1976-2008
Lågt scenario	Lågt scenario från IPCC: +18 cm, + 20 cm för regional höjning/Nordsjön från IPCC 2007 samt korrigerat för landhöjning. Gäller 2071-2100.
Högt scenario	Högt scenario från IPCC: +59 cm, + 20 cm för regional höjning i Nordsjön från IPCC 2007 samt korrigerat för landhöjning. Extra bidrag för isflödet ingår inte. Gäller 2071-2100.
Deltakommitté-scenario	Högsta nivån från Deltakommittén: +120 cm samt korrektion för landhöjning. Regionalt bidrag ingår i denna nivå. Gäller 2071-2100.

På grund av landhöjningen i Sverige minskas effekten av havsvattenhöjningen. Södra Sveriges landhöjning är långsammare än havsvattenhöjningen, vilket gör att det ofta beskrivs som en landsänkning. Viken har en "apparent landhöjning" på -0,02 cm/år (inklusive en höjning av havsnivån). I beräkningarna har tillämpats en absolut landhöjning

på 0,15 cm/år (exklusive havsnivåhöjning) med utgångspunkt från uppmätta värden vid Kungsholmsfort och Ringhals.

I samband med att vind blåser över en vattenyta i t.ex. 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. Uppstuvningseffekten i ett aktuellt vattenområde kan beräknas för en viss vindhastighet.



Bild 4-1. Rååns utlopp och Råå hamn. (Foto: Helsingborgs kommun)

4.2.2 Vattenstånd i havet

Dagens medelvattenstånd uppgår till nivån +5 cm i höjdsystem RH 2000. Medelvattenståndet 2071-2100 beräknas för Helsingborg uppgå till 68 cm för ett högt scenario och för det låga scenariet gäller 27 cm. För Deltakommitténs högsta scenario kommer medelvattenytan att vara belägen på nivån 109 cm, se Tabell 4-2.

Tabell 4-2. Medelvattenytans nivå vid Helsingborg för olika scenarier angivet i cm i RH 2000.

Fall	Nivå (RH 2000)
Dagens förhållanden	5
Lågt scenario	27
Högt scenario	68
Deltakommitté-scenario	109

Den korta mätserien i Viken kan leda till att extrema nivåer i den statistiska bearbetningen över- eller underskattas. Det är välkänt att höga vattenstånd varit mer vanliga under 1900-talets sista del och framåt än under mitten av föregående sekel. En jämförelse mellan olika återkomsttider för den närbelägna stationen vid Ringhals visar att vat-

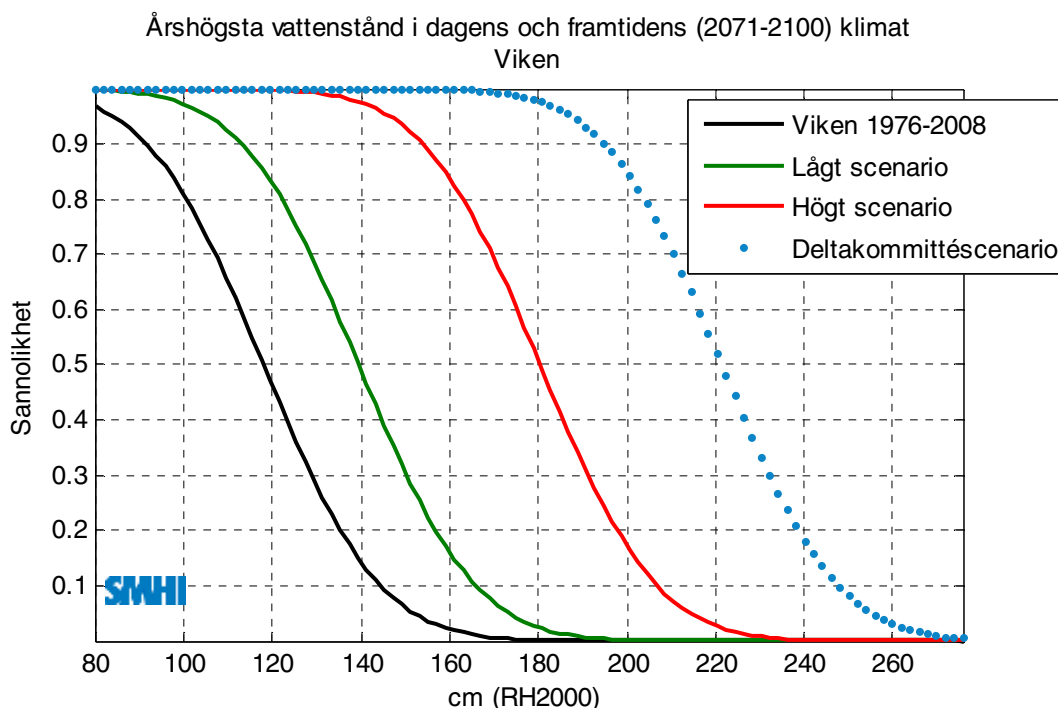
tenståndet med 10 års återkomsttid är det samma för hela mätperioden (1887-2008, stöd från Varberg 1887-1968) som för 1978-2008, men att vattenståndet med 100 års återkomsttid beräknas bli drygt 1 dm högre när den förkortade mätserien används. Detta beror framförallt på att höga vattenstånd förekommer oftare i denna period än under stora delar av 1900-talet. Den statistik som presenteras nedan är dock representativ för det klimat som förekommit under de senaste 30 åren.

I Tabell 4-3 redovisas beräknade återkomsttider för olika extrema vattenstånd i dagens och framtidens klimat. Nivåer som idag har en återkomsttid på 100 år får i IPCC:s högt scenario en återkomsttid på 2 år. Det som idag är extrema vattenstånd kommer med andra ord att bli relativt vanligt.

Tabell 4-3. Beräknade extrema havsvattenstånd för olika återkomsttider för dagens och framtidens klimat angivet i cm i RH 2000. Det 95 %-iga konfidensintervallet visas som kursiverade siffror. Osäkerheten ökar med ökande återkomsttid. I IPCC:s högt scenario har de nivåer som idag har en återkomsttid på 100 en återkomsttid på 2 år.

	2 år	10 år	25 år	50 år	100 år
Viken	115	145	157	166	173
1976-2008	<i>109-124</i>	<i>135-162</i>	<i>145-183</i>	<i>151-201</i>	<i>156-219</i>
Lågt scenario	137	166	179	187	195
	<i>130-145</i>	<i>156-184</i>	<i>167-205</i>	<i>173-222</i>	<i>178-241</i>
Högt scenario	178	207	220	228	236
	<i>171-186</i>	<i>197-225</i>	<i>208-246</i>	<i>214-263</i>	<i>219-282</i>
Deltakommitté-scenario	219	248	261	269	277
	<i>212-227</i>	<i>238-266</i>	<i>249-287</i>	<i>254-304</i>	<i>259-322</i>

Figur 4-2 visar fördelningen av årets högsta vattenstånd i dagens och framtidens klimat (2071-2100). För framtidens klimat visas de tre scenarierna från Tabell 4-3.



Figur 4-2. 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.

4.2.3 Vattennivåer vid vinduppstuvning

Den värsta situationen vid vinduppstuvning inträffar vid nordvästlig vind. Hastigheten med 100 års återkomsttid är ca 32 m/s, vilket är i nivå med orkaner (33 m/s). Den höjning av vattenstånd som anges nedan gäller alltså för både orkanvind och vind med 100 års återkomsttid.

Stationär uppstuvning: +0,2 m
Kortvarig dynamisk + stationär uppstuvning: +0,35 m

Den högsta nivån finner man i sundets trängsta del och effekten kommer utöver vattenståndet vid mätstationen. För dagens klimat innebär det att när vattenståndet är 115 cm i Viken kan vattenståndet i själva sundet vara 135 cm. Eftersom Öresund inte är en stängd bassäng utan öppen i söder finns det en viss osäkerhet i uppskattningen av snedställningen. Denna ligger därmed på säkra sidan.

Eftersom de klimatanalyser som hittills genomförts för Sverige inte ger någon entydig bild av hur risken för stormar påverkas av ett förändrat klimat har hänsyn inte tagits till ett ändrat vindklimat vid beräkningen av vindeffekter på havsvattenstånden.

4.2.4 Potentiella riskområden

Översvämningssytor som skulle uppstå vid dagens vattenstånd och vid framtida havsvattenståndsscenarioer i kombination med vinduppstuvningseffekter för Öresund har bestämts. Dagens 100-årsvattenstånd, som bygger på historiska mätdata, är beräknad till

1,73 m. Det framtida 100-vattenstånd som använts för översvänningsytorna är beräknat till 2,36 m (Tabell 4-3). Dessutom har den nivåökning på 0,2 m beroende på snedställning av vattenytan som beräknas tillkomma vid nordvästlig 100-årsvind (32 m/s) och orkan (33 m/s) lagts på, se Tabell 4-4.

Tabell 4-4. Havsvattenstånd för bestämning av översvänningsytor längs Helsingborgs kust

Fall	Nivå (RH 2000)
Dagens 100-årsvattenstånd med pålagd vinduppstuvning	1,73 + 0,2 = 1,93 m
Framtida 100-årsvattenstånd, högt scenario IPCC	2,36 + 0,2 = 2,56 m

Översvänningsytorna till följd av högt vattenstånd har tagits fram genom jämförelse av de beräknade vattennivåerna och en terrängmodell av området, uppbyggd av höjdkurvor med 0,5 m ekvidistans. Höjdkurvorna är i sin tur framtagna ur ett raster uppbyggt av laserskannade punkter. Inga andra översvänningsytor än de som väntas uppstå som direkt följd av högt havsvattenstånd i Öresund har tagits fram inom ramen för detta uppdrag.

De områden som kommer att översvämmas till följd av högt havsvattenstånd samt ytor från tidigare utredningar om flödesscenario finns redovisade på Karta 2 och 3. Vid dagens förhållanden (dagens 100-årsvattenstånd med vinduppstuvning) blir inte några större områden översvämmade som direkt följd av högt havsvattenstånd, ett drabbat område är dock Rååns mynning. Vid det högre scenariot (ett framtida 100-årsvattenstånd med vinduppstuvning) drabbas främst Helsingborgs hamnområde och området kring Rååns mynning.

4.3 Översvämningar vid vattendrag

En översiktlig översvänningskartering för Råån har utförts av SMHI på uppdrag av Räddningsverket (SRV, 2002). En översiktlig översvänningskartering har också utförts för Vegeån med biflödena Skavebäcken och Hasslarpsån samt Oderbäcken (SWECO, 2008). Resultaten från dessa karteringar har använts vid framtagandet av översvämningsskartering för riskanalyser i denna utredning.

I SMHI:s översiktliga översvänningskartering för Råån beräknades översvämningssutbredningen från mynningen i Öresund till ett par kilometer uppströms Tågarp. Resultatet för BHF (Beräknat Högsta Flöde) från den utredningen, vilket motsvarar ett flöde på 232 m³/s i Rååns mynning i Öresund, har använts för kartanalysen i denna rapport. En högvattennivå på 1,70 m i höjdsystem RH 70, vilket motsvarar 1,78 m i RH 2000, ansattes som nedre randvillkor i Öresund. Som terrängunderlag vid denna kartering användes äldre lokala höjddata i form av höjdkurvor med 1 m ekvidistans från Vallåkra till kusten. Längre uppströms användes Lantmäteriets rikstäckande digitala GSD-höjddata, vilken har en betydligt sämre noggrannhet i höjdded.



Bild 4-2. Råån i Råå samhälle. (Foto: Dan Eklund, SMHI)

För Vegeån och Oderbäcken är både framtida klimatpåverkade flöden och havsvattenstånd använda som randvillkor i beräkningarna. Framtida 100-årsflöde är för Vege å (vid Åbromölla) beräknat till ca $40 \text{ m}^3/\text{s}$ och för Oderbäcken ca $10 \text{ m}^3/\text{s}$. Det framtida klimatpåverkade havsvattenståndet, som är satt till 2,5 m i Skälderviken och det framtida klimatpåverkade 100-årsvattenståndet i respektive vattendrag har använts för framställningen av de översvämningsskartor som i sin tur använts för riskanalysen i detta uppdrag.

Resultaten från beräkningar för vattendragen redovisas på Karta 2 och 3.

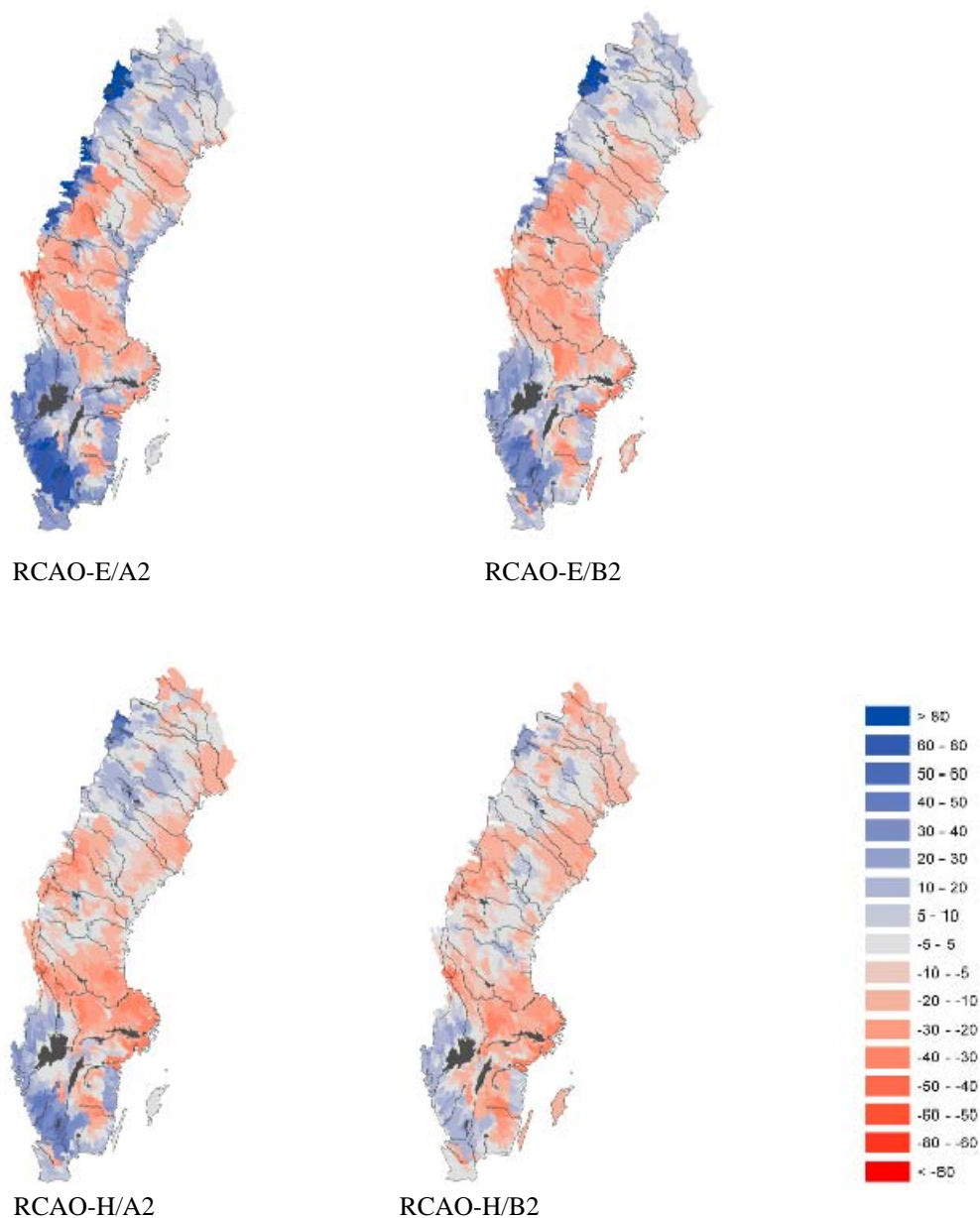
4.4 Framtida klimatpåverkade flöden

Idag beräknas dimensionerande flöden genom frekvensanalys av befintliga hydrologiska mätserier. Dessa mätserier kan vara så långa som upp emot 100 år eller ännu längre. Mätserierna innehåller information om hur de hydrologiska förhållandena har varit och dimensioneringsunderlagen som baseras på dessa kommer följaktligen att gälla för en period som redan har passerat. För att beräkna flödenas förändring i framtida klimat har modellresultaten från RCAO använts.

4.4.1 Använd metodik

På grund av osäkerheten i klimatmodellerna och de framtida utsläpp som ligger till grund för olika klimatscenarier, redovisas här resultaten från fyra olika framtidsscenarier, utsläppsscenarierna A2 och B2 och data från två globala modeller; den tyska ECHAM/OPYC3 från Max-Planck Institutet och den brittiska HadAM3H från Hadley Centre. Dessa modellberäkningar är nedskalade till den regionala skalan med hjälp av Rossby Centres regionala klimatmodell.

För att få kunskap om hur framtidens klimat enligt scenarierna påverkar hydrologin, används den hydrologiska modellen HBV. Modellen är en avrinningsmodell som ursprungligen utvecklades vid SMHI för flödesprognoser. Den arbetar med 24 timmars tidssteg och inkluderar rutiner för snöackumulation och smältning, markfuktighet, grundvatten och routing (ungefär beskrivning av vattnets väg) av avrinning. För simuleringar av de hydrologiska effekterna av ett ändrat klimat, överförs förändringar i de meteorologiska variablerna (nederbörd, temperatur och avdunstning) från klimatmodellsimuleringarna till HBV-modellens indata. Jämförelser är gjorda mellan referensperioden 1961-1990 och fyra olika scenarier, benämnda RCAO-H/A2, RCAO-H/B2, RCAO-E/A2 respektive RCAO-E/B2 som representerar perioden 2071-2100. Figur 4-3 visar hur 100-årsflödena förändras enligt beräkningar med de fyra scenarierna.



Figur 4-3. Beräkning av hur 100-årsflöden kan komma att förändras enligt fyra klimatscenarier och hydrologisk modellering. Kartorna representerar skillnad i % mellan förhållanden 2071-2100 och 1961-1990. De två översta kartorna avser scenarierna RCAO-E/A2 och RCAO-E/B2 medan de två nedre avser RCAO-H/A2 respektive RCAO-H/B2 (Andréasson et al., 2007).

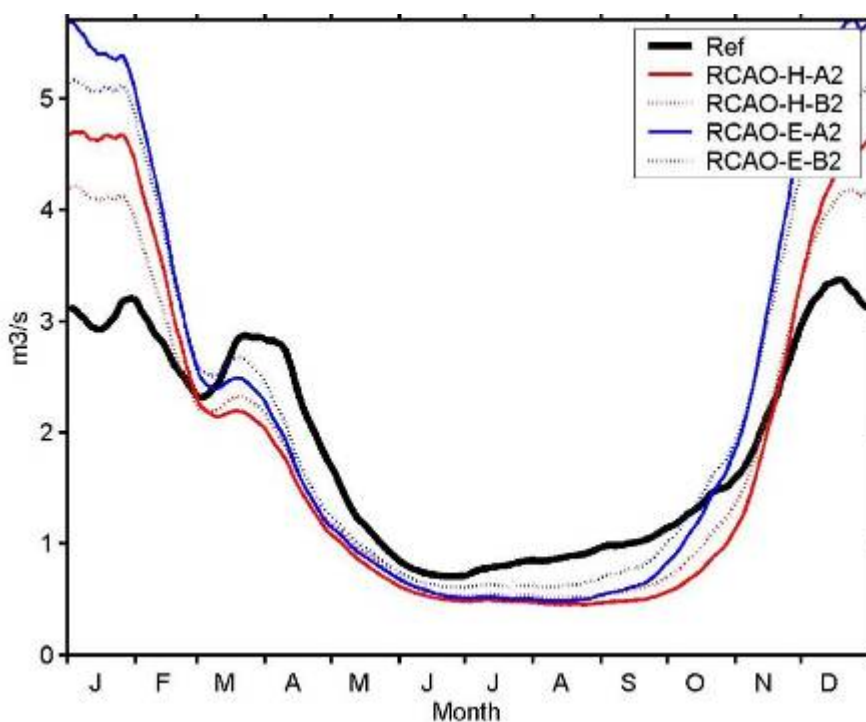
Den riskbild som visas i Figur 4-3 är kvalitativ. Det finns stora osäkerheter i klimatscenerierna och denna är speciellt stor när det gäller extrem nederbörd i framtidens klimat. Den metod som använts vid framtagandet av kartorna förutsätter också att nederbördens variationsmönster i flera avseenden liknar dagens förhållanden. Det gäller exempelvis antalet dagar med regn och fördelningen mellan extremt regn och måttligt regn. Det pågår arbete med att ta fram mer nyanserade sätt att omsätta klimatscenerierna till hydrologiska konsekvenser, där de statistiska förändringarna i scenerierna bättre tas tillvara.

4.4.2 Förändring av flöden i vattendrag

Helsingborgs kommun ingår i regionen sydvästra Sverige, där några scenarier visar en liten ökning och några en minskning av medelårsvattenföringen. För just Råås område ger dock alla scenarierna en minskning och förändringen ligger mellan -7 och -16 %.

Flöden med återkomsttider på 100 år beräknas öka i större delen av regionen för tre av de fyra scenarierna. Förändringen har beräknats till mellan -2 och +27 %. De förväntade milda vintrarna i framtiden gör att ökningen är särskilt stor vad det gäller höst- och vinterflöden.

Figur 4-4 visar en översiktlig beräkning av hur flödena i Råås mynning ändras på grund av ett varmare klimat. Diagrammet avser 30-årsmedelvärden av vattenföringen, som har utjämnats över 30 dagar. Den grövre svarta kurvan visar vattenflödets årsrytm under dagens klimatförhållanden och de blå och röda linjerna avser medelförhållanden för tidsperioden 2071-2100 enligt fyra scenarier över framtidens klimat. Utjämnningen av serierna leder till lägre maxvärden än vad som egentligen är fallet men diagrammen ger ändå en bild av större risk för höga flöden på grund av regn under höst och vinter i framtiden.



Figur 4-4. Beräknad förändring av den genomsnittliga vattenföringen i Råås mynning på grund av ett förändrat klimat. Scenerierna avser perioden 2071-2100 och referensperioden är 1961-1990.

5 RISKER FÖR KUSTEROSION

5.1 Översiktlig beskrivning av kuststräckan

Det studerade kustområdet sträcker sig från Viken i norr till Rydebäck/Fortuna i söder. Större delen av kuststräckan utgörs av svallsediment i form av plana fält och strandvallar. Väster om landborgen och till strandlinjen finns strandavlagringar som huvudsakligen består av sand, på sina ställen täckta av flygsand. Klappersten förekommer och på flera platser norr om Helsingborgs hamn går berget i form av sandsten i dagen. Den södra delen från kommungränsen i söder till hamnområdet i Helsingborg utgörs av relativt smala sandstränder som ofta har svag lutning upp mot land, lokalt förekommer markerade höjdparter. Här förekommer sand- och grusvallar omväxlande med torvfyllda sänkor.

De flesta byggda anläggningar såsom vägar, hamnar och kustnära byggnader skyddas enligt kommunens uppgifter av strandskoning av sten eller betong. På några platser norr om hamnen finns anlagda hövder för att förhindra erosion och sedimenttransport. Det finns också på flera avsnitt av stranden skydd i form av strandskoning med sten och block, t.ex. vid Fortuna och Hittarp.



Bild 5-1. Erosionsbranter och erosionsskydd vid Fortuna. (Foto: Bengt Rydell, SGI)

Förekommande jordlager är erosionsbenägna och viss erosion har konstaterats på flera platser under årens lopp. 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.

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 bottenpografi (batymetri) utan dessa förhållanden har bedömts utifrån topografiska kartans uppgifter. Enligt dessa sluttar botten närmast kusten vid Öresund långsamt ned till 6 m djup på ca 600 m avstånd från kusten och därefter ökar vattendjupet avsevärt. Kusten vid Skälderviken är långgrund.



Bild 5-2. Råå vallar. (Foto: Bengt Rydell, SGI)

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 bottenpografien. Erosionshastighet och sedimentrörelser är därför svåra att värdera. Några kraftiga stormar har dock orsakat mer omfattande erosion, bland annat inträffade stormar vintrarna 1999 och 2005, vilka orsakade skador längs stränderna. Norr om Helsingborgs hamn vid Pålsjö indikerar morfologin vid hövderna att sediment transporteras från norr till söder.

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 dynerna, 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 långsgående 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 0,7 m med hänsyn tagen till landhöjning. Med utgångspunkt från topografin och havsbottnarnas 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 schablonlägg med ca 25 % på utsträckningen av de områden som kan komma att beröras med utgångspunkt från havsnivåhöjningen.

5.3 Potentiella riskområden

För kuststräckan finns sammanfattningsvis förutsättningar för dels erosion på stränder, dels överspolning av förekommande dyner och översvämning av bakomliggande markområden vid höga havsnivåer. Strandplanet och dynerna är längs hela delområdet utsatta för erosion för dagens förhållanden och i ökad utsträckning vid klimatförändringar. Med utgångspunkt från överslagsberäkningar bedöms att ett område med bredd enligt nedan från strandlinjen kan komma att påverkas av erosion. Detta gäller om inga åtgärder vidtas för antagna klimatförändringar år 2100.

Längs den södra delen av kuststräckan från Rydebäck till södra delen av Helsingborgs hamn kommer erosionen att beröra ett område ca 40 m från strandlinjen om inga åtgärder vidtas. I södra delen finns områden med befintlig bebyggelse som kommer att påverkas.

För området norr om hamnen till söder om Laröd kan erosionen omfatta en bredd längs stranden av ca 65 m. Här finns vissa byggnader som kan påverkas av erosionen. Längre norrut och till Domsten är motsvarande erosionszon ca 60 till 80 m bred och även här berörs viss befintlig bebyggelse. Här är sandstränderna ställvis smala och berget går i dagen på vissa delar längs sträckan. Längst i norr vid Viken bedöms ca 40 m strand komma att påverkas. Den del av kommunen som gränsar till Skälderviken utgörs av ett långgrund område där erosionen kan påverka ett område av storleksordningen 60 m bredd.

De sträckor som kan komma att hotas framgår av Karta 4. Om hänsyn tas till Delta-kommissionens uppgifter om vattenståndshöjning i havet behöver ovan angivna avstånd ökas med 50 %.

De kuststräckor inom angivna områden ovan och som är bebyggda kan bedömas vara potentiella riskområden. Här kan det finnas behov av att närmare studera erosionsförhål-

landen 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 främst i anslutning till vattendrag och lutande terräng. I de områden där stabiliteten inte på denna utredningsnivå kan säkerställas utgörs jordlagren av svämsediment med varierande lagerföljd, som kan innehålla skikt och lager av lera, silt, sand och organisk jord med låg hållfasthet. Det har inte ingått i denna utredning att undersöka de geotekniska förhållandena och hållfasthetsegenskaper.



Bild 6-1. Råån öster om Vallåkra. (Foto: Helsingborgs kommun)

6.2 Inventering av förutsättningar för skred och ras

Den metodik som använts är i princip i enlighet med den metodik för översiktlig stabilitetskartering som Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) tillämpar för befintlig bebyggelse. I denna utredning har gjorts en förstudie för att avgränsa de områden som skall inventeras. Val av områden har gjorts med utgångspunkt från ”Markanvändningskarta” i Översiktsplan för Helsingborgs stad, ÖP 2002. Dessutom har utförts en huvudstudie (etapp 1a) som innebär att med hjälp av bland annat geologiska kartor inventera de områden där det kan finnas problem med stabiliteten och därmed också förutsättningar för ras och skred. Slänter som innehåller jordlager bestående av lera och silt har markerats översiktligt. Om marken inte med säkerhet kan klassas som stabil bör man gå vidare och utreda stabilitetsförhållandena.

I MSB:s karteringsmodell 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 skred och ras.

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.



Bild 6-2. Råån vid Vallåkra. (Foto: Helsingborgs kommun)

6.3 Potentiella riskområden

Jordlagren inom de undersökta delområdena är i huvudsak fasta. I anslutning till vattendrag förekommer emellertid svåmsediment med växlande lager med lera, silt och sand och lokalt 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 behöver undersökas närmare framgår av Karta 5.

Det finns också ravinbildningar både i jord och berg. Vid kraftig nederbörd och stora vattenflöden kan ravinerna växa till och eventuellt innebära skador på angränsande bebyggelse och infrastruktur. Det kan också behövas en zon närmast ravinerna som bör undantas från ny bebyggelse. Det är därför viktigt att undersöka förhållandena närmare i anslutning till raviner i jord och berg.

7 RISKOBJEKT, FÖRORENAD MARK OCH MILJÖFARLIG VERKSAMHET

7.1 Klassificering och indelning

Utredningen har baserats på underlag som tillhandahållits av Helsingborgs kommun.

Förorenad mark

Inom Helsingborgs kommun finns flera potentiellt förorenade områden vilka 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 Helsingborgs kommun finns totalt 92 MIFO-klassade objekt i kommunen. Av dessa tillhör 2 st riskklass 1, 20 st riskklass 2, 39 st riskklass 3 och 31 objekt riskklass 4.

Vidare finns 35 nedlagda deponier inom kommunen. Dessa har bedömts utgöra måttlig eller liten risk, dvs. riskklass 3 respektive 4 enligt MIFO.

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, Försvarens hamnar, små industrier, stora växthus och små vindkraftverk.

I denna utredning har i samråd med kommunen begränsats till att omfatta endast A- och B-verksamheter. Totalt finns 17 A-verksamheter och 54 B-verksamheter inom Helsingborgs kommun. Bland dessa verksamheter ingår en pågående deponiverksamhet.

Riskobjekt

Riskobjekt omfattar samhällsviktig verksamhet och kan innehålla en eller flera riskkällor. Vid identifiering av riskobjekt och skyddsvärda objekt i Helsingborgs kommuns kommun har använts räddningstjänstens register över de objekt för vilka en skriftlig redogörelse ska lämnas enligt lag om skydd mot olyckor (LSO).

7.2 Potentiella riskområden

Risker för spridning av föroreningar eller skador på samhällsviktig verksamhet till följd av översvämning, erosion, skred och ras och erosion har bedömts utifrån de förhållanden och riskområden som redovisas i kapitel 4-6. analysen hr utförts med utgångspunkt från de vattenstånd som anges i Tabell 7-1.

Tabell 7-1. Vattenstånd för riskanalys.

Benämning	Fall	Nivå (RH 2000)
W_100_dagens	Dagens 100-årsvattenstånd med pålagd vinduppstuvning	1,93 m
W_100_framtida	Framtida 100-årsvattenstånd (høgt scenario IPCC), med pålagd viduppstuvning	2,56 m
W_BHF_Råån	Beräknat högsta flöde i Råån i kombination med høgt havsvattenstånd (från översiktlig översvämningsskartering för Råån. Räddningsverket, 2002)	1,78 m
W_100_Vegeå	Framtida 100-årsflöde i Vege å i kombination med framtida 100-årsvattenstånd i Skälderviken (från översiktlig översvämningsskartering för Vege å etc. SWECO, 2008)	2,5 m

De områden där det förekommer förorenad mark, deponier, miljöfarlig verksamhet och samhällsviktig verksamhet och som kan beröras av översvämning, erosion och ras/skred framgår av Karta 2-5. Berörda verksamheter redovisas i Bilaga 3.

Förorenade områden

Två objekt som har klassats inom MIFO klass 1, dvs. mycket stor risk, är belägna inom områden känsliga för høgt vattenstånd. Det ena objektet är Midol-produkter som tidigare framställde bekämpningsmedel och numera är nedlagd. Detta objekt ligger norr om Rååns mynning och riskerar att påverkas av høga vattenstånd i vattendraget (W_BHF_Råån). Det andra objektet är ett metallverk inom Kemira Kemi i hamnområdet som fortfarande är i drift. Området är till viss del redan efterbehandlat men MIFO-klassas trots detta enligt klass 1.

Det är av stor betydelse att göra en detaljerad och djupare riskbedömning av dessa två objekt med hänsyn tagen till mer frekventa høga flöden men framförallt med hänsyn tagen till förväntad havsytenivåhöjning.

Det finns endast ett av de objekt med stor risk (klass 2), som ligger inom områden med risk för översvämning, erosion, ras eller skred. Detta är Garveriet vid Råån som lades ned 1981 och där viss efterbehandling redan utförts. Garveriet ligger i direkt anslutning till utloppet av Råån och kan komma att påverkas av dagens och framtida nivåer (W_BHF_Råån respektive W_100_dagens). Området är beläget intill havet och på gränsen till hamnområdet. Det kan således även föreligga risk för erosion.

Inga av de objekt som MIFO-klassats som liten risk (klass 4) är belägna inom områden med risk för översvämning, erosion, ras eller skred.

Inte heller några av de objekt som MIFO-klassats som måttlig risk (klass 3) finns inom områden med risk för översvämning eller erosion. Två objekt ligger dock nära riskområden. Det ena är en nedlagd anläggning för bilskrot som ligger nära, men inte inom, områden med risk för översvämning enligt klimatscenarier (W_100_framtida) och det andra är en nedlagd kemptvätt på Fajansgatan 19, Gantofta som ligger på gränsen inom ett område längs Råån som kan vara skredriskbenäget.



Bild 7-1. Industriområden i södra delen av Helsingborgs hamn, sett från Rååbaden. (Foto: Bengt Rydell, SGI)

Nedlagda deponier

Tre deponier återfinns inom områden med risk för höga vattenstånd och de är alla nedlagda. Den ena är Utvälinge deponi uppströms Vegeåns mynnings naturreservat, som ligger inom området för W_100_Vegeå och även ligger nära åkanten med eventuell risk för erosion. Enligt noteringar har man eventuellt bränt eller transporterat bort avfall under början av 1980-talet. Deponin har riskklass 3, dvs. måttlig risk.

Det finns ytterligare en deponi av riskklass 3 som ligger i hamnområdet. Det är en utfyllnad där kontrollen av massorna troligen varit dålig enligt noteringar. Denna deponi påverkas redan i dag vid förhöjda vattennivåer (W_100_dagens) och kommer att påverkas av framtida havsyttenivåer (W_100_framtida).

Den andra deponin ligger vid utloppet till Råån i Råå hamn inom ett område med såväl risk för erosion som höga vattennivåer i havet. Detta gäller inom dagens 100 havsyttenivå (W_100_dagens) men också inom Rååns påverkansområde (W_BHF_Råån). Deponin har använts för byggavfall samt allmän deponering av främst trädgårdsavfall. Verksamheten är avslutad och området rymmer numera parkering och uppställningsplats för båtar. Området bedöms utgöra en liten risk (riskklass 4).

Miljöfarlig verksamhet och riskobjekt

Det finns fem A-klassade verksamheter inom områden där det bedömts föreligga översvämningsrisk vid förväntade klimatförändringar (W_100_framtida). Samtliga ligger inom hamnområdet. Dessa utgörs av Energicentralen Kerima Kemi AB, Kerima Grow-how AB, Svavelsyrafabriken Kemira Kemi AB, Väteperoxidfabriken Kemira Kemi AB och Öresundskraft produktion/Västhamsv. Vid svavelsyra- och väteperoxidfabrikerna föreligger risk för kemikalieolycka och vid Öresundskraft föreligger risk för brand.

Det finns inom hamnområdet också ett flertal verksamheter som enligt denna bedömning av förväntad havsnivåökning ligger mycket nära det förväntade riskområdet (W_100_framtida). Verksamheterna utgör kalciumkloridfabriken, sulfat/saltsyrafabriken och VA fabriken vid Kemira Kemi AB. De klimatrelaterade riskerna är framförallt risker för kemikalieolyckor och följdolyckor av dessa. Även FBC-anläggningen Israel ligger mycket nära det förväntade riskområdet.

Det finns tio B-klassade verksamheter inom områden med framtida översvämningsrisk (W_100_framtida). Dessa är BPA-omlastningscentral för Helsingborgs kommuns Hamn AB, Preem Petroleum AB (sevesoanläggning), Nordic Storage AB (sevesoanläggning), en spannmålsanläggning, Öresundsverket, Öresundskraft produktion/Västhamsv, Samt Unilever Sverige AB, Alufloor AB (gasoltank), Interlink logistic AB (oxiderande ämnen, brandrisk), Scandinavian Silver Eel AB samt Sita Sverige.

Utöver ovan identifierade miljöfarliga verksamheter och riskobjekt som ligger i områden med risk för översvämnning kan även tillföras AB Svenska Shell som enbart klassats som riskobjekt.

8 OMRÅDEN MED LÅGPUNKTER I TERRÄNGEN

En översiktlig kartläggning har utförts av lågpunkter i terrängen som är belägna i anslutning till planerade utbyggnadsområden enligt översiktsplanen 2002 kring tätorterna i Helsingborgs kommun. Avsikten har varit att identifiera lågt belägna markområden där stora vattenmängder kan komma att ansamlas vid nederbörd och som bör undantas från bebyggelse.

GIS-analys har använts för att finna lågt belägna områden med större djup än 0,5 m mellan lägsta punkt i svackan och lägsta tröskelnivå över vilken vatten kan avledas och som vid vattenfyllning skulle få en utbredning av mer än 1 ha (10 000 m²).

Terrängmodellen som använts vid undersökningen är uppbyggd av de av Helsingborgs kommun erhållna höjdkurvorna med 0,5 m ekvidistans där dessa funnits tillgängliga, närmast kusten, och av höjdkurvor med 1 m ekvidistans i övriga kommunen. Nivåskillnader på mindre än 0,5 m respektive 1 m framträder därför inte i terrängmodellen. Där endast höjdkurvor med 1 m ekvidistans funnits tillgängliga har samtliga låga områden minst djupet 1 m.

Mindre vattendrag som diken framträder heller inte i de tillgängliga terrängdata och svackor uppkommer därför i terrängmodellen även på platser där vatten i praktiken kommer att kunna avledas via ett dike eller kulvert. Utifrån den kartinformation som funnits tillgänglig och vissa antaganden om mindre vattendrag och dagvattennät har sådana områden dock rensats bort ur kartpresentationen.

Identifierade områden framgår av karta 6.

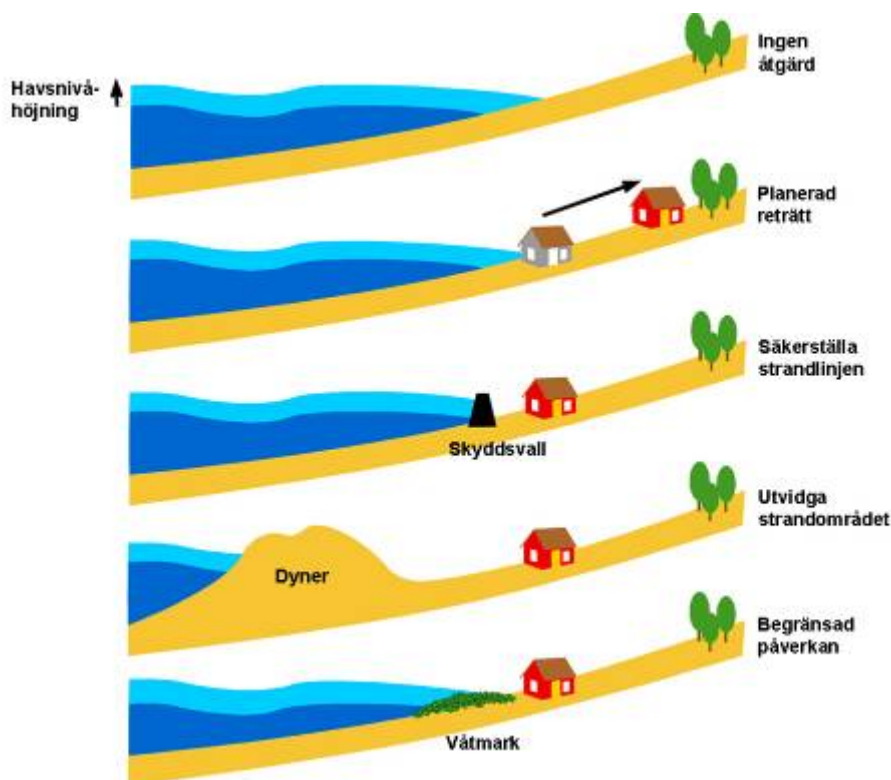
För en noggrannare kartläggning av lågt belägna områden med mer exakta bestämmelser av djup och area behöver man bygga upp en terrängmodell direkt från de laserskannade punkterna som ligger till grund för de nu tillgängliga höjduppgifterna.

I undersökningen har endast lågt liggande områden kartlagts, risken att vatten blir stående i dessa på grund av t.ex. häftiga regn har inte undersökts. För sådana bedömningar måste hänsyn tas till nederbördsmängder och dagvattenledningars dimensioner, vilket inte är gjort i 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 bedömt 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. Då finns ett stort antal olika metoder som kan tillämpas för att säkerställa skydd av strandnära områden.

Denna utredning har inte haft till syfte att i detalj föreslå hur kusten kan skyddas men principiellt bedöms att strandfodring kan vara ett lämpligt för skydd mot erosion av

stränder. Detta bedöms i detta fall vara den mest ändamålsenliga metoden och som bäst tar tillvara ekologiska värden. På vissa sträckor längs kusten behövs uppfyllnader för att höja markens nivå för att kunna motstå de högsta vattennivåer som kan förväntas under planeringsperioden (100 år).

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

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.

Översvämning

När det gäller framtida klimatpåverkade flöden och 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 utsträckning som anges i avsnitt 5 bredd angiven ovan 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.

Om inga åtgärder vidtas mot erosion kommer befintliga dyner att eroderas så att det naturliga skyddet mot översvämning av låglänta områden försvinner. Stränderna och förekommande dyner 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, framförallt klass 1 och 2, 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, höga flöden) som redovisas i denna utredning.

För områden med miljöfarlig verksamhet och riskobjekt som kan påverkas av naturolyckor bör utföras en specifik riskanalys. I riskanalysen ska hänsyn tas till konsekvenser av klimatförändringar och klargöras behov av åtgärder.

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.

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 bottenpografi.

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.

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.

Vidare kommer det Europeiska ENSEMBLES-projektet under kommande år att spela en nyckelroll för bedömningen av klimateffekter i Sverige. Inom projektet tas ett stort antal nya regionala klimatscenarier fram i samarbete med ett flertal av världens ledande forskningscentra. Resultat börjar bli tillgängliga under 2009 och nya analyser av de konsekvenser och osäkerheter görs efterhand. ENSEMBLES-projektet ger möjligheter att studera klimatutvecklingen kontinuerligt och i ett kortare tidsperspektiv och med större detaljeringsgrad än vad som varit möjligt med tidigare beräkningar från Rossby Centre.

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 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, framförallt klass 1 och 2, utförs riskbedömning (för- eller huvudstudie) enligt MIFO-modellen och där hänsyn tas till flöden och vattennivåer som kan förväntas till följd av klimatförändringar. Underlagen för sådan bedömning kan baseras på de scenarier som redovisas i denna rapport. För de områden där riskbedömning tidigare utförts bör denna stämmas av och eventuellt uppdateras för att även innefatta de förväntade klimatförändringarna. För övriga förorenade områden av riskklass 1 och 2 bör utföras en förstudie enligt kvalitetsmanualen för efterbehandling av förorenade områden (Naturvårdsverket, 2008) med hänsyn tagen till klimatförändringar och följd effekter (översvämning, höga flöden, erosion, skred och ras).

För pågående miljöfarlig verksamhet och riskobjekt som ligger inom områden med risk för naturolyckor bör genomföras en specifik riskanalys för vardera av dessa objekt. I riskanalysen skall hänsyn tas till klimatförändringar och redovisas behov av åtgärder.

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.

Bernes, C. (2007) En ännu varmare värld. Monitor 20. Naturvårdsverket.
www.naturvardsverket.se

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

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.

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.

Extrema väderhändelser. Fas 2 (2009). Fallstudie Gullbergsvass. Stadsbyggnadskontoret, Göteborg

FN:s klimatpanel 2007: Den naturvetenskapliga grunden. Sammanfattning för beslutsfattare. Naturvårdsverket, Rapport 5677.

IPCC, 2001: Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881 pp.

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.

Jordartskartorna Helsingborg SV och Höganäs NO/Helsingborg NV, SGU Ser Ae nr 16 och 25 i skala 1:50 000 från 1974 resp.1976, kartor samt tillhörande beskrivningar.

Klimatet, havsnivån och planeringen. Dialog-PM 2008:2. Malmö Stadsbyggnadskontor.

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.

Översiktlig översvämningsskartering för Råån. Räddningsverket, 2002.

Översvämningsshot. Risker och åtgärder för Mälaren, Hjälmaren och Vänern. Delbetänkande av Klimat- och sårbarhetsutredningen, SOU 2006:94. Stockholm.

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

Översiktlig översvämningsskartering i Vegeåns mynning, Hasslarpsån, Skavebäcken samt Oderbäcken. SWECO 2008. Förhandskopia 2008-10-30.

13 BILAGOR

Bilaga 1

Helsingborgs kommun
Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys

Digital leverans (CD-skiva) av GIS-skikt.

Samtliga lager i system SWEREF 99 13 30. Angivna höjder i RH 2000.

Skikt nr	Beteckning	Beskrivning	Format	Typ
1	Und_omr	Undersökningsområden vid tätorter	Shp, shx, dbf, lyr	linje
2	w100fh_vind_256	Framtida 100-årsvattenstånd (högt scenario) med vinduppstuvning, 2,56 m (RH2000)	Shp, shx, dbf, lyr	polygon
3	w100_vind_193	Dagens 100-årsvattenstånd med vinduppstuvning, 1,93 m (RH2000)	Shp, shx, dbf, lyr	polygon
4	Ras_skred_25m_50m	Ras och skred utredningsområden	Shp, shx, dbf, lyr	polygon
5	Kusterosion	Kusterosion riskområden	Shp, shx, dbf, lyr	polygon
6	Miljofarl_verks_A_riskzon_point	Miljöfarlig verksamhet A i riskområden	Shp, shx, dbf, lyr	punkt
7	Miljofarl_verks_B_riskzon_point	Miljöfarlig verksamhet B i riskområden	Shp, shx, dbf, lyr	punkt
8	Fororenade_omr_Riskkl_1234	Förorenade områden riskklass 1,2,3,4 i riskområden	Shp, shx, dbf, lyr	punkt
9	Deponier_riskzon_point	Nedlagda deponier i riskområden	Shp, shx, dbf, lyr	punkt
10	Riskobjekt_point_risk	Övriga riskobjekt i riskområden	Shp, shx, dbf, lyr	punkt
11	lagpkt_ha	Lågpunkter i terrängen, minst 1 hektar vid vattenfyllnad	Shp, shx, dbf, lyr	polygon

Helsingborgs kommun
Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys

Bilaga 2

Förteckning över potentiella riskområden redovisade på kartor

Förorenade områden

BETECKNING	OBJEKT
F1	Midol-produkter, fd bekämpningsmedelstillv, Råå
F2	Kemira Kemi, metallverk
F3	Garveriet vid Råån
F4	Skrot på Bredgatan
F5	Nedlagd kemtvätt, Fajansgatan 19

**Nedlagda dep-
nier**

BETECKNING	OBJEKT
D1	Utvälinge
D3	Hamnområdet
D2	Råå hamn

Miljöfarlig verksamhet A

BETECKNING	OBJEKT
A1	Väteperoxidfabriken, Kemira Kemi AB
A2	VA-fabriken, Kemira Kemi AB
A3	Svavelsyrafabriken, Kemira Kemi AB
A4	Sulfat/saltsyrafabriken, Kemira Kemi AB
A5	Kemira Growhow AB
A6	Kalciumkloridfabriken, Kemira Kemi AB
A7	Energicentralen, Kemira Kemi AB
A8	Öresundskraft produktion/Västhamnsvä
A9	FBC-anläggningen Israel

Miljöfarlig verksamhet B

BETECKNING	OBJEKT
B1	Sita Sverige AB
B2	Scandinavian Silver Eel AB
B3	Alufluor AB
B4	Interlink logistik AB
B5	Unilever Sverige AB
B6	Nordic Storage AB
B7	Svenska Lantmännen ek för (spannmålsanl)
B8	Helsingborgs Hamn ab (BPA omlastningscentral)
B9	Preem Petroleum AB
B10	Öresundsverket

**Övriga risk-
objekt**

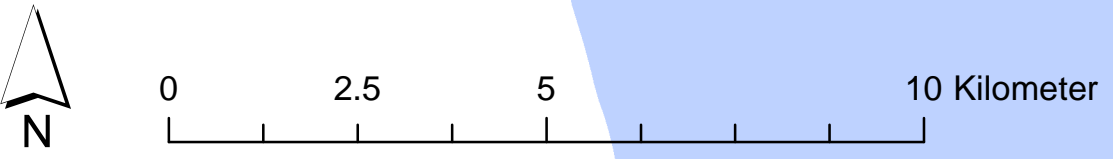
BETECKNING	OBJEKT
R1	AB Svenska Shell




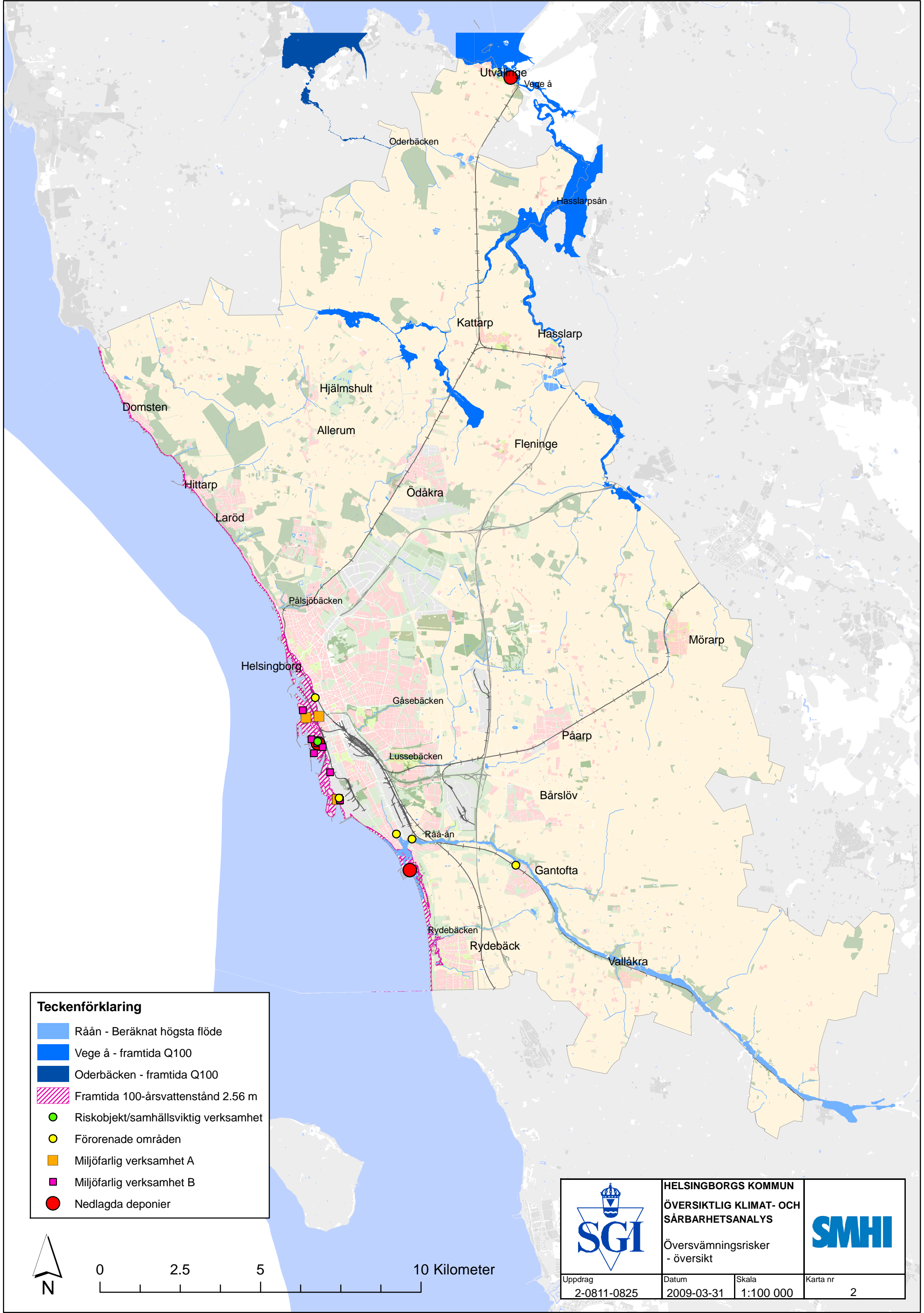
Teckenförklaring

--- Undersökningsområden - skred och ras

3 Kartbladsnummer

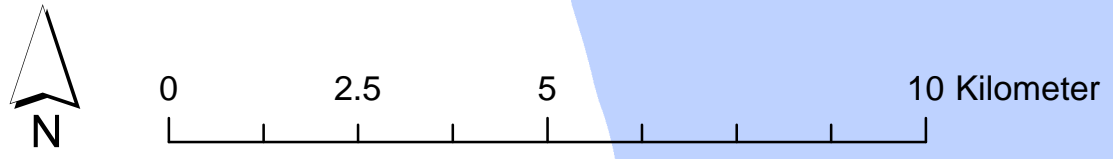


	HELSINGBORGS KOMMUN ÖVERSIKTIG KLIMAT- OCH SÅRBARHETSANALYS Översikt			
	Uppdrag 2-0811-0825	Datum 2009-03-31	Skala 1:100 000	

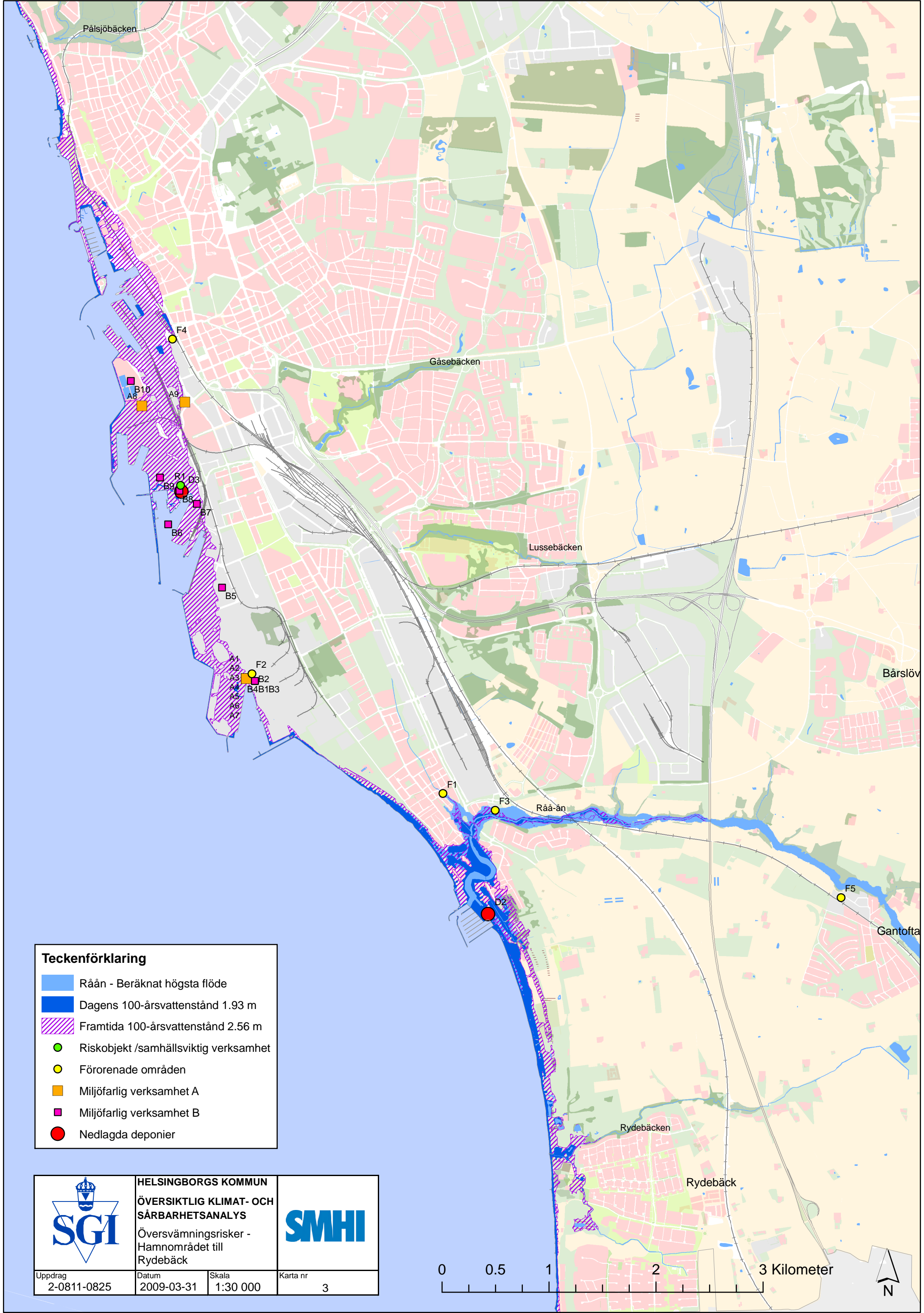


Teckenförklaring

	Råån - Beräknat högsta flöde
	Vege å - framtida Q100
	Oderbäcken - framtida Q100
	Framtida 100-årsvattenstånd 2.56 m
	Riskobjekt/samhällsviktig verksamhet
	Förorenade områden
	Miljöfarlig verksamhet A
	Miljöfarlig verksamhet B
	Nedlagda deponier



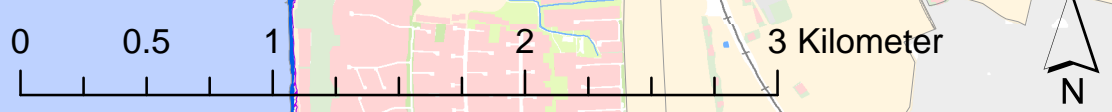
	HELSINGBORGS KOMMUN ÖVERSIKTLIG KLIMAT- OCH SÅRBARHETSANALYS		
	Översvämningsrisker - översikt		
Uppdrag 2-0811-0825	Datum 2009-03-31	Skala 1:100 000	Karta nr 2

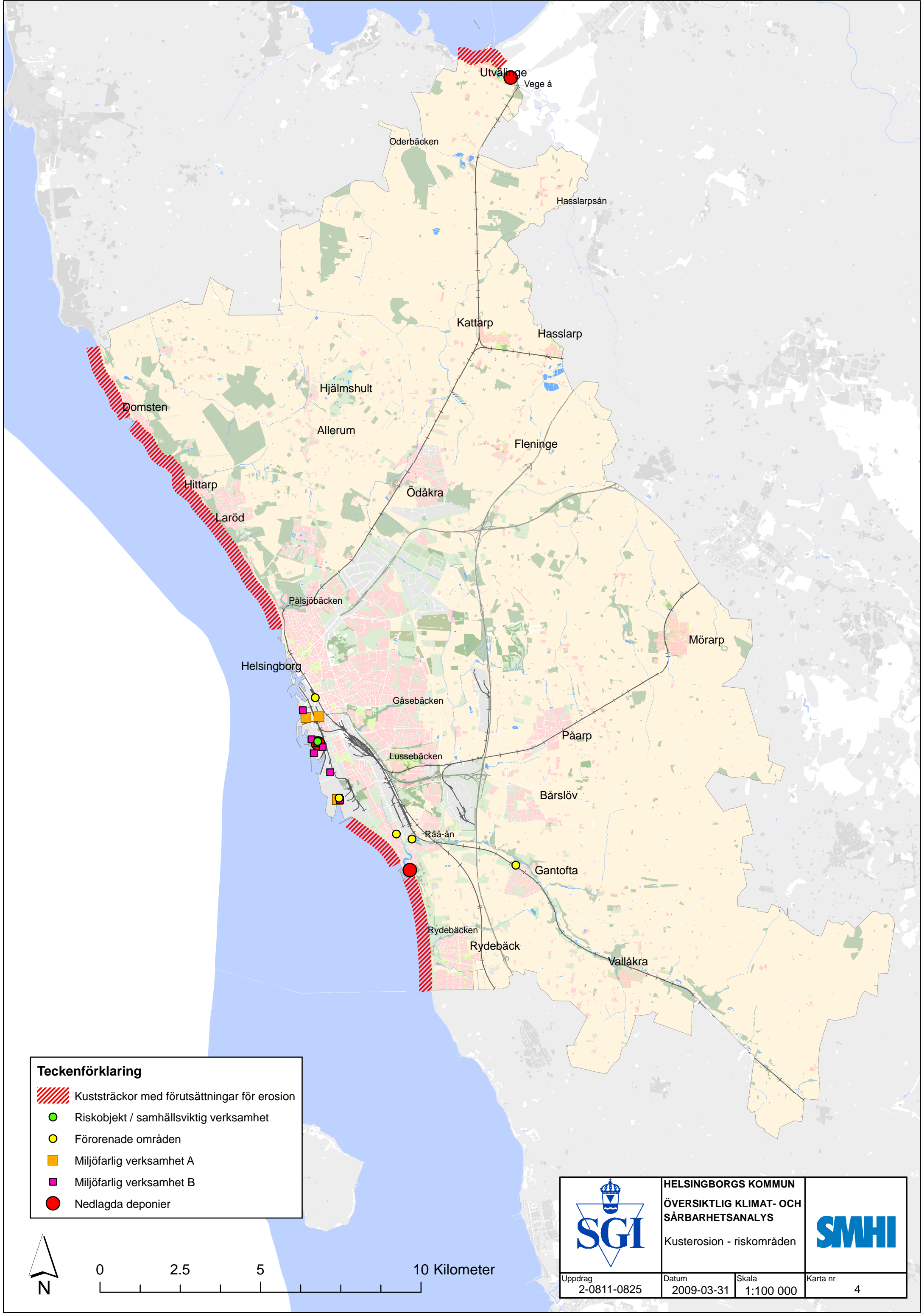


Teckenförklaring

- Råån - Beräknat högsta flöde
- Dagens 100-årsvattenstånd 1.93 m
- Framtida 100-årsvattenstånd 2.56 m
- Riskobjekt /samhällsviktig verksamhet
- Förorenade områden
- Miljöfarlig verksamhet A
- Miljöfarlig verksamhet B
- Nedlagda deponier

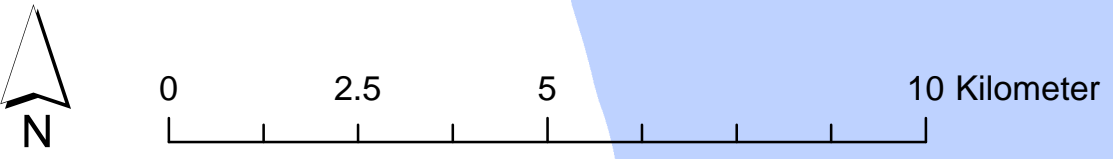
	HELSINGBORGS KOMMUN ÖVERSIKTLIG KLIMAT- OCH SÅRBARHETSANALYS Översvämningrisker - Hamnområdet till Rydebäck		
	Uppdrag 2-0811-0825	Datum 2009-03-31	



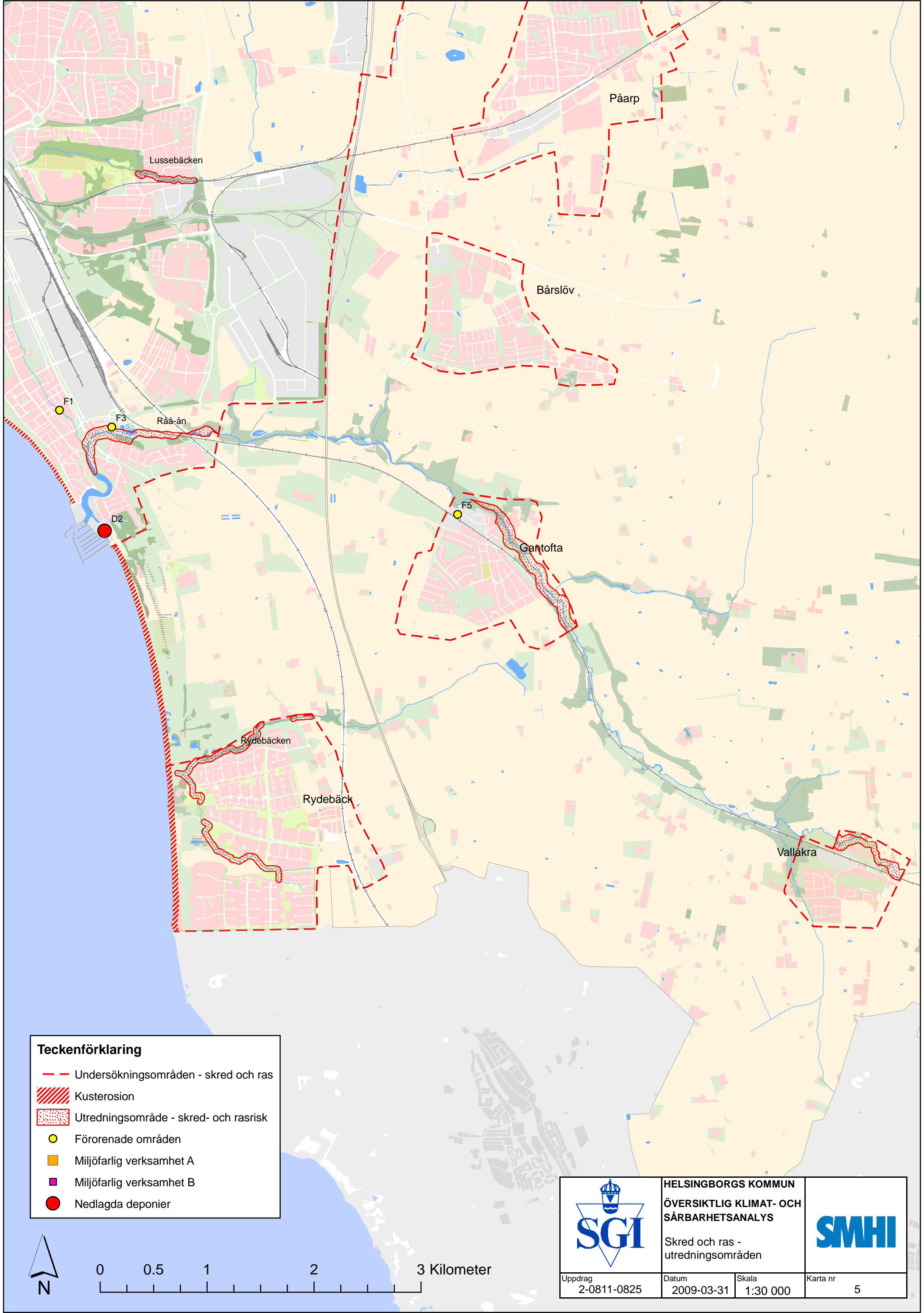


Teckenförklaring

	Kuststräckor med förutsättningar för erosion
	Riskobjekt / samhällsviktig verksamhet
	Förorenade områden
	Miljöfarlig verksamhet A
	Miljöfarlig verksamhet B
	Nedlagda deponier

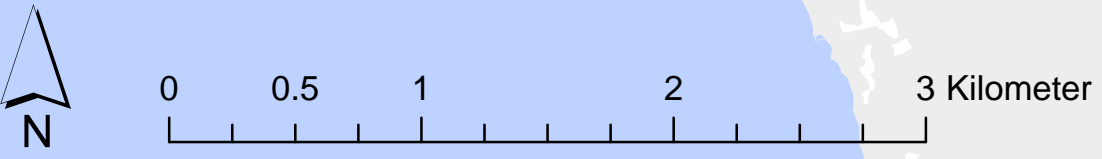


	HELINGBORGS KOMMUN ÖVERSIKTLIG KLIMAT- OCH SÅRBARHETSANALYS		
	Kusterosion - riskområden		
Uppdrag 2-0811-0825	Datum 2009-03-31	Skala 1:100 000	Karta nr 4

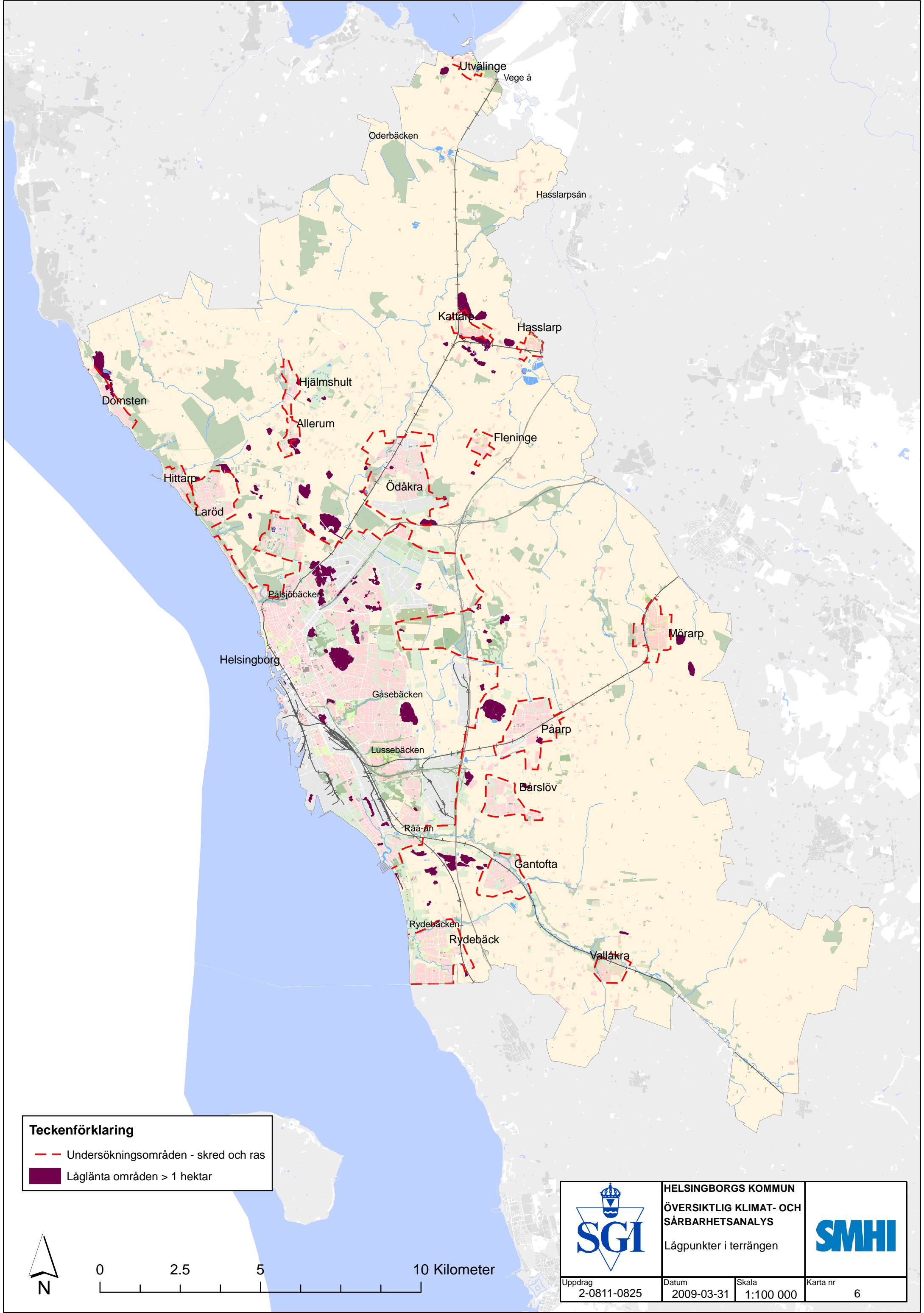


Teckenförklaring

- Undersökningsområden - skred och ras
- Kusterosion
- Utredningsområde - skred- och rasrisk
- Förorenade områden
- Miljöfarlig verksamhet A
- Miljöfarlig verksamhet B
- Nedlagda deponier

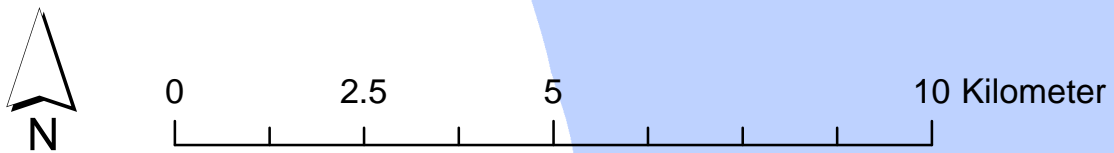




	HELSEINGBORGS KOMMUN		
	ÖVERSIKTLIG KLIMAT- OCH SÅRBARHETSANALYS Skred och ras - utredningsområden		
Uppdrag 2-0811-0825	Datum 2009-03-31	Skala 1:30 000	Karta nr 5



Teckenförklaring

- - - Undersökningsområden - skred och ras
- Läglänta områden > 1 hektar



	HELINGSBORGS KOMMUN ÖVERSIKTLIG KLIMAT- OCH SÅRBARHETSANALYS Lägpunkter i terrängen		
	Uppdrag 2-0811-0825	Datum 2009-03-31	



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