

PM

Geotekniska förhållanden vid planerad anläggning för OKQ8 vid Bromma flygplats

19169013 Bromma, OKQ8

I och med att föreslagna åtgärder enligt ”PM-Geotekniska förhållanden vid planerad anläggning för OKQ8 vid Bromma flygplats” nedan utförs är fastigheten att betrakta som byggbar.

Innan bygget projekteras utförs geoundersökning för att i detalj bestämma hur grundläggningen ska utföras för att eliminera beskrivna risker.

RGS Nordic

Anders Lindström, Business developer

RGS Nordic
Östra Sörredsvägen 40
418 78 Göteborg

Postgiro 409 25 28-1
Bankgiro 5434-8594
Org.nr 556609-2085

Telefon vx 0771-489090
Telefax 031 22 57 88
Hemsida www.rgsnordic.se



Skapat av Lars O Johansson	Datum 2019-11-04 / reviderad 2020-01-07
PM – Geotekniska förhållanden vid planerad anläggning för OKQ8 vid Bromma flygplats	

Allmänt

Inom norra delen av Bromma flygplats planeras en ny anläggning för OKQ8. Anläggningen är planerad i läget för Cumulusvägen söder om Bällstavägen och väster om Ulvsundavägen. För anläggningen planeras 2 byggnader för butik och tvätthall med reningsanläggning. Inom västra delen av området planeras pumpöar under skärmtak samt centralpåfyllning. Mot Bällstavägen i norr utförs en mur, som i väster är låg men i öster blir högre för att uppta nivåskillnaden mot en lägre liggande GC-väg som löper mellan Bällstavägen och Ulvsundavägen.

Geotekniska förhållanden

Från området är följande undersökning känd;

- Rapport miljötekniska markundersökningar inom Bromma Flygplats, OKQ8, upprättad av Sweco 2019-03-19

Den miljötekniska undersökningen har omfattat provtagning inom området och visar att detta till stora delar täcks av fyllning. Sprängsten och annan grov fyllning förekommer inom området. Där naturligt lagrad jord har påträffats utgörs denna oftast av lera. Provtagningarna har generellt avbrutits på som mest 3 m djup. I vissa fall har stopp skett mot block under lera, som antingen tyder på relativt litet lerdjup eller på att den lera som påträffats varit utfylld och placerad ovanpå annan grövre fyllning. Inom området förekommer även en betongplatta som genomborrats vid provtagningen. Tjockleken på denna betongplatta uppgår till ca 20 cm.

Det är i övrigt ej känt om andra geotekniska undersökningar utförts inom området, t.ex. för de byggnader som idag finns vid Cumulusvägen. Sannolikt finns dock fler undersökningar, då inte minst för bron för Bällstavägen över Ulvsundavägen.

Sveriges geologiska undersökning (SGU) har tagit fram en jordartskarta som berör området. Denna karta är framtagen för skala 1:25.000 varför detaljeringsgraden är mindre god, men den ger ändå underlag för en översiktlig bedömning av de geotekniska förhållandena. Denna karta visar att jorden överst består av fyllning, där jordartskartan tyvärr ej redovisar den jord som finns under fyllningen. Nordväst om området, på andra sidan av Bällstavägen, redovisar jordartskartan dock förekomst av naturligt lagrad jord, vilken här utgörs av glacial lera. Ännu längre norrut förekommer berg i dagen, vilket skulle kunna tyda på att lerdjupet är något mindre inom området. Glacial lera är normalt en något fastare lera som också oftast har en något mindre mäktighet.

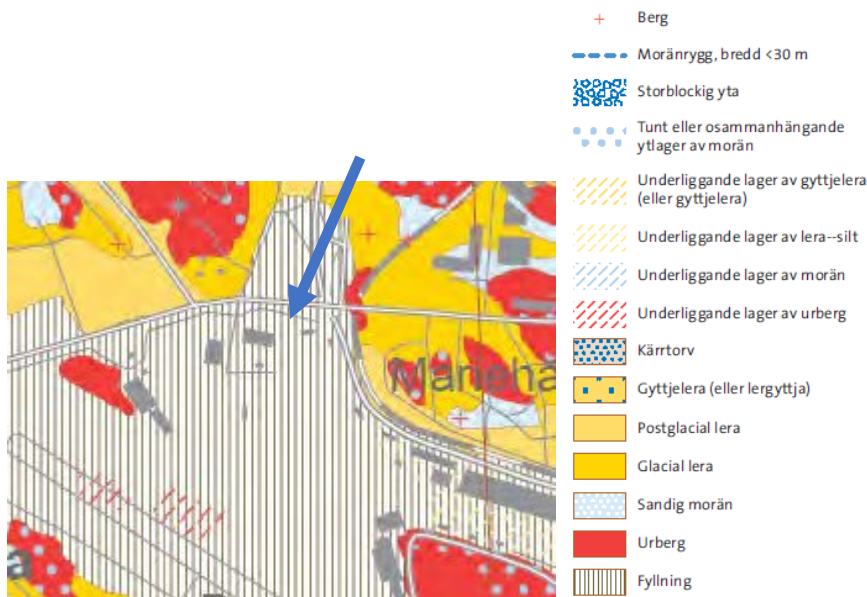


Bild 1; Utdrag ur SGUs jordartskarta, där området för OKQ8s planerade anläggning markerats med pil.

SGU har även tagits fram en jorddjupskarta över området där uppskattat djup till berg redovisas. Enligt denna uppskattas djupet till berg till 5 – 10 m.

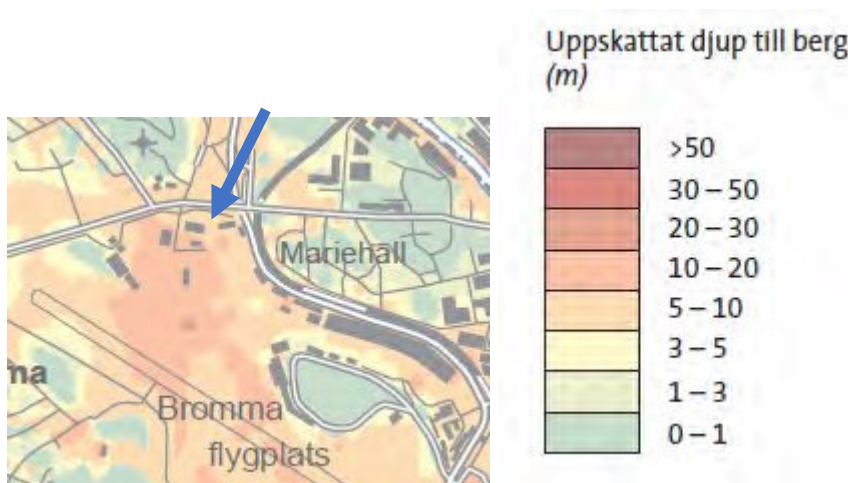


Bild 2; Utdrag ur SGUs jorddjupskarta, där området för OKQ8s planerade anläggning markerats med pil.

I samband med den miljötekniska undersökningen uppges det att grundvatten ej har påträffats vid provtagning och provgrovsgrävning. Om jorden består av lera är det dock ej säkert att grundvattnet under dessa undersökningar hinner rinna fram, varför grundvattennivån mycket väl kan ligga ytligare.

Byggnadstekniska förutsättningar

Utifrån det underlag över områdets geotekniska förhållanden som presenteras ovan skall det förutsättas att grundläggning av byggnader och andra tyngre konstruktioner skall ske med spetsburna pålar av stål eller betong. Stoppdjupen för pålar kan förutsättas understiga 10 m räknat från markytan. Sannolikt

minskar pållängderna från söder mot norr. Eventuellt kan lerdjupen lokalt vara mindre och där möjliggöra plattgrundläggning. Utöver problemet med lös lera skall det dock beaktas att den förekommande fyllningen i flera fall ej lämpar sig för plattgrundläggning av större byggnader då fyllningen kan vara inhomogen med avseende på både fasthet och sammansättning. Vid mindre fyllningsmaktigheter kan dock fyllningen utskiftas och ersättas med ny fyllning av föreskriven sammansättning som packas enligt gängse förfarande.

Underjordanläggningar som ej medför någon ökad belastning på jorden kan förutsättas plattgrundläggas. Här skall dock förekomst av grundvatten beaktas, dels i samband med själva utförandet, dels för risken att hela anläggningen kan flytas upp om denna är tom i samband med höga grundvattennivåer. För att minska denna risk kan reningsanläggningen fästa i en betongplatta.

Den högre stödmur som planeras inom den östra delen av fastigheten kan sannolikt behöva grundläggas på pålar. För att undvika att stora sättningar uppkommer bakom stödmuren kan lättfyllning krävas här, vilket även minskar trycket mot muren.

Generellt bör markuppfyllnader undvikas inom området för att sättningar ej skall uppkomma i framtiden. Där större markuppfyllnader planeras för hårdgjorda ytor och/eller över ledningar skall lättfyllning förutsättas. Kalkylmässigt kan förutsättas att lättfyllningens maktighet minst skall motsvara storleken på uppfyllnaden.

Sättningar kan pågå under flera decennier vid förekomst av lera, i detta fall bedöms dock lerdjupen ej vara större än att sättningarna från eventuellt tidigare markuppfyllnader inom området redan torde vara färdigutvecklade.

Geotekniska risker

Länsstyrelsen i Stockholms län har 2011 tagit fram publikationen ”Riskområden för skred, ras, erosion och översvämning i Stockholms län i dagens och framtidens klimat”.

För att risk för skred skall föreligga behöver dels den förekommande jorden vara skredbenägen, dvs. bestå av främst lera, dels markytans lutning vara sådan att detta innebär ökad risk för skred. Skredrisken ökar även med stora nederbörds mängder som medför ett ökat vattentryck i markens porer som leder till försämrade hållfasthet.

I Bild 3 redovisas ett utdrag ur ovannämnda publikation. De skredriskområden som här markerats och ligger närmast aktuellt område utgörs av Bällstaåns stränder ca 1 km nordost om aktuellt läge. Med tanke på att markytan inom det aktuella området är relativt plan samt att jorden överst utgörs av grov fyllning innebär detta att området ej kan anses som skredkänsligt, vilket överensstämmer med vad som redovisas i Bild 3.

Risk för erosion kan anses föreligga vid strömmande vatten i kombination med finkornig jord, framförallt i branta lutningar. Även i detta fall saknas förutsättningar för hög erosionsrisk inom området, vilket även framgår av redovisningen i Bild 3.

De skillnader i marknivå som föreligger inom området planeras att tas upp via stödmurar, vilket kommer att ytterligare medverka till att minska riskerna för skred och erosion inom området. Genom att asfaltera marken eller behålla den asfaltering som redan idag finns kommer detta innebära att mindre vattenmängder infiltrerar och därmed vara positivt m.a.p. att förhindra uppkomsten av skred. Asfalteringen kan dock innebära att vattenflöden koncentreras, varvid det är viktigt att tillse att vattenströmmar leds

mot brunnar eller erosionsskyddade diken och ej rinner ut där finkornigare jord finns. Här skall även beaktas att bortledning av vatten även skall fungera i händelse av att marksättningar uppkommer.

I samband med utförandet av anläggningen kommer vid t.ex. schakter tidvis ökad risk för skred och erosion föreligga, vilket kommer att behöva hanteras under kommande skeden i projekteringen. Här kan t.ex. schaktning inom spont bidra till ökad säkerhet.



Bild 3; Utdrag ur Länsstyrelsen i Stockholms publikation "Riskområden för skred, ras, erosion och översvämning i Stockholms län i dagens och framtidens klimat". Undertecknad har markerat läget för aktuellt område med en blå pil.

Örebro 2020-01-07

Lars O Johansson
Mobil: +46725320042
Mail: lars.o.johansson@loxiagroup.se

Loxia group
Fabriksgatan 8
702 10 Örebro
www.loxiagroup.se



ANPASSNING TILL ETT FÖRÄNDRAT KLIMAT

Riskområden för skred, ras, erosion och översvämning i Stockholms län i dagens och framtidens klimat

Kortversion



LÄNSSTYRELSEN
I STOCKHOLMS LÄN

Länsstyrelsen i Stockholms län har tagit fram två korta skrifter som beskriver klimatets förändring inom regionen respektive riskområden för skred, ras, erosion och översvämning i Stockholms län. Skrifterna syftar till att stödja och underlätta arbetet med anpassning till ett förändrat klimat.

- Regional klimatsammanställning Stockholms län. Kortversion
- Riskområden för skred, ras, erosion och översvämning i Stockholms län i dagens och framtidens klimat. Kortversion.

Länsstyrelsen i Stockholms län gav år 2010 SGI och SMHI i uppdrag att ta fram en regional klimatsammanställning samt att utifrån denna översiktligt bedöma områden med risk för skred, ras, erosion och översvämning i ett framtida klimat. Uppdraget presenterades i två rapporter inklusive kartmaterial i början av år 2011 och finns att ladda ner på Länsstyrelsens webbplats. De nu framtagna två skrifterna utgör kortversioner av SGI:s och SMHI:s rapporter och är avsedda att utgöra en introduktion till de mer omfattande rapporterna. Flertalet figurer, tabeller med mera är hämtade från rapporten.

Kortversionerna är framtagna av Anna-Lena Lökvist Andersen, Socratia AB.

Utgivningsår: 2011

ISBN: 978-91-7281-426-4

Produktion: Länsstyrelsen i Stockholms län

För mer information kontakta:

avdelningen för samhällsskydd och beredskap

Länsstyrelsen i Stockholms län

Tfn: 08 - 785 40 00

E-post: beredskap.stockholm@lansstyrelsen.se

Kortversionerna, liksom rapporterna i sin helhet inklusive kartmaterial, finns som pdf på vår webbplats www.lansstyrelsen.se/stockholm/klimatanpassning

Anpassning till ett förändrat klimat

Klimatets förändringar berör samhällets alla sektorer och det är få verksamheter som kommer att förbli helt opåverkade. En medveten långsiktig planering innebär en rad åtgärder för att anpassa samhället till de klimatförändringar som märks redan idag och till de som väntar i framtiden.

Länsstyrelsen har en samordnande roll i det regionala klimatanpassningsarbetet. Det innebär att stödja kommuner och andra aktörer för att underlätta planering och genomförande av lämpliga åtgärder. Underlag från sektorsmyndigheter behöver sammanställas och föras vidare, till exempel klimatunderlag som beskriver klimatets förändringar i olika tidsperspektiv. Regionala analyser behöver utföras och komma olika parter till godo. En viktig del av länsstyrelsens arbete är att höja kunskapen inom regionen om klimatets förändringar och om de konsekvenser förändringarna innebär för samhället.

Sårbara områden och verksamheter behöver identifieras så att lämpliga åtgärder kan vidtas för att anpassa samhället på ett hållbart sätt. Länets kommuner ansvarar för ett stort antal viktiga verksamheter. Kommunerna är ofta den aktör där de konkreta anpassningsåtgärderna kan och behöver genomföras. Ett samarbete mellan regionens olika aktörer är en mycket viktig del i detta arbete.

Skrifterna *Regional klimatsammanställning* och *Riskområden för skred, ras, erosion och översvämning*, både kortversionerna och de fullständiga rapporterna framtagna av SMHI och SGI (se omslagets insida och litteraturlistan sist i skriften), är tänkta att utgöra ett stöd för olika aktörer i regionen i arbetet med anpassning till ett förändrat klimat. Den regionala klimatsammanställningen är ett viktigt underlag för bedömning av konsekvenser av klimatförändringar för samhället och naturmiljön.

Innehåll

SKRED, RAS, EROSION OCH ÖVERSVÄMNING	5
Geologiska förhållanden	5
Klimatförändringar	6
ÖVERSVÄMNING.....	7
Vattendrag	7
Mälaren.....	10
Havet	12
EROSION.....	14
Vattendrag	14
Mälaren.....	14
Havet	15
SKRED OCH RAS	15
KARTOR ÖVER RISKOMRÅDEN	17
RAPPORTER FRÅN KLIMATANPASSNINGSUPPDRAGET	20

Skred, ras, erosion och översvämning

Statens geotekniska institut (SGI) fick år 2010 i uppdrag av Länsstyrelsen i Stockholms län att göra en översiktlig bedömning av områden med risk för skred, ras, erosion och översvämning inom länet med hänsyn till klimatförändringar. Dessa översiktliga bedömningar är viktiga underlag i arbetet med klimatanpassning, till exempel för att diskutera påverkan på befintlig bebyggelse och infrastruktur, olika förutsättningar för fysisk planering och som underlag för kommunernas risk- och sårbarhetsanalyser. För att närmare klargöra planeringsförutsättningar och behovet av konkreta åtgärder för att hantera olika risker krävs det ytterligare detaljerade undersökningar och beräkningar.

De översiktliga bedömningarna har sin utgångspunkt i tidigare utredningar, som översiktliga översvämnings- och stabilitetskarteringar utförda av MSB för dagens klimat, SGI:s skreddatabas och SGI:s inventering av stranderosion, även denna för dagens klimat. Underlagen har här kompletterats med uppgifter från länets kommuner om potentiella utbyggnadsområden och skred som inträffat under de senaste åren.

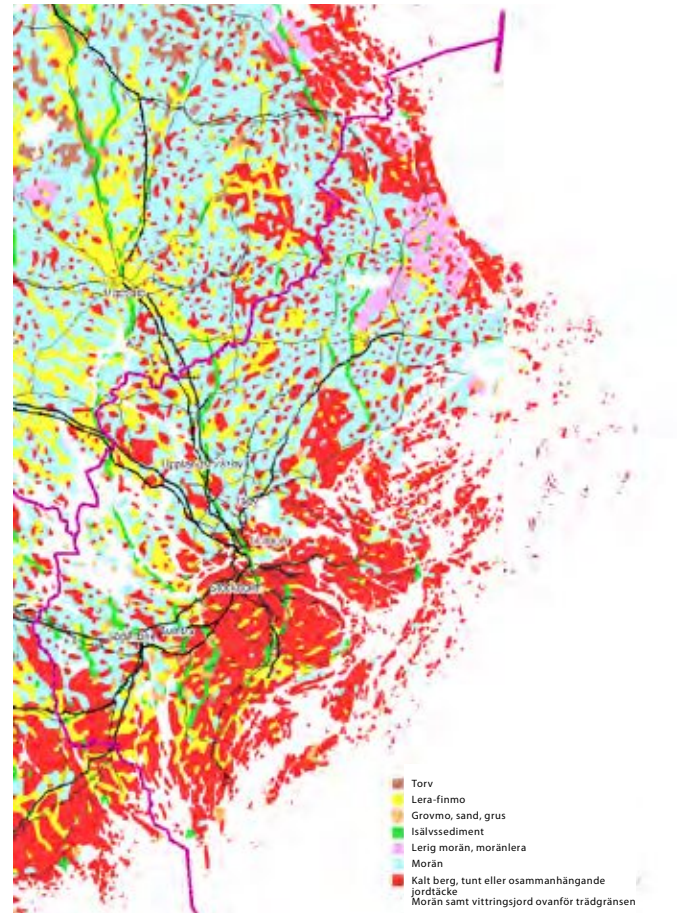
Ett mycket viktigt underlag till bedömningarna är det regionala klimatunderlag som tagits fram av SMHI, också inom detta uppdrag.

FAKTARUTA

Begreppet risk avser en sammanvägning av förutsättningar/sannolikheten för en händelse och konsekvensen av denna händelse.

Geologiska förhållanden

Stockholms län hör till ”mellansvenska låglandsregionen” som karaktäriseras av utbredda lerslätter, mindre berg- och moränområden samt rullstensåsar som genomkorsar landskapet huvudsakligen i nord-sydlig riktning. Morän förekommer främst i länets norra och västra delar.



Jordlagren i Stockholms län har huvudsakligen präglats av den senaste istiden som upphörde för cirka 10 000 år sedan och med efterföljande landhöjning. Hela länet ligger under högsta kustlinjen och jordlagren har därför utsatts för svallning från havet och omlagring i samband med landhöjningen. I sluttningarna avlagrades det grövre materialet som svallsediment (grus och sand) och täcker äldre avlagrade finsediment (silt och lera). Det mesta av finmaterialet har förts ut med smältvattnet och sedimenterat på djupare vatten i en lugnare miljö i havet.

Lerorna har mycket stor utbredning speciellt i Mälarsänkan. I skyddade lägen, till exempel i havsvikar och sjöar, förekommer en ökad halt av organiskt material. Detta har lett till avsättning av gyttjelera.

Klimatförändringar

Klimatberäkningarna visar en successiv ökning av årsmedeltemperaturen under resten av århundradet och innebär i medeltal en höjning med 4–6 °C mot slutet av seklet. Temperaturökningen är störst under vinterperioden men framträder under alla årstider.

Årsmedelnederbörden bedöms öka med i medeltal 10–30 procent mot slutet av seklet. Den största ökningen av nederbörden förväntas ske under vintermånaderna. Antalet tillfällen varje år då dygnsnederbörden i medel överstiger 10 mm ser ut att öka med cirka fem dagar i ett framtida klimat. Denna nederbörd avser hela Stockholms län och nederbörd över en så pass stor yta innebär ett kraftigt regn över hela området.

Högre grundvattennivåer kan förväntas vintertid i framtiden. Det beror på mildare väder och mer nederbörd i form av regn. Under årets varmare period (maj–oktober) sänks grundvattennivåerna.

FAKTARUTA

Vid beräkningarna av klimatförändringarna har SMHI använt en så kallade scenarioensemble, 16 klimatscenarioer fram till år 2050 och 12 till år 2100.

Läs gärna skriften "Regional klimatsammanställning – Stockholms län. Kortversion".

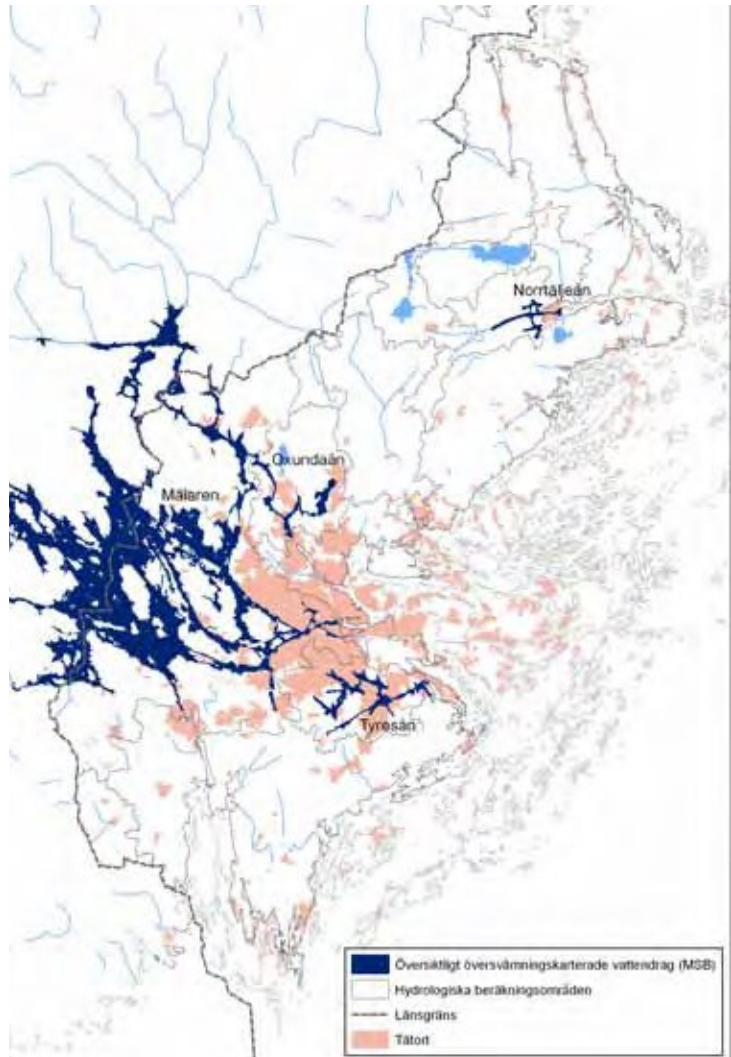
Översvämning

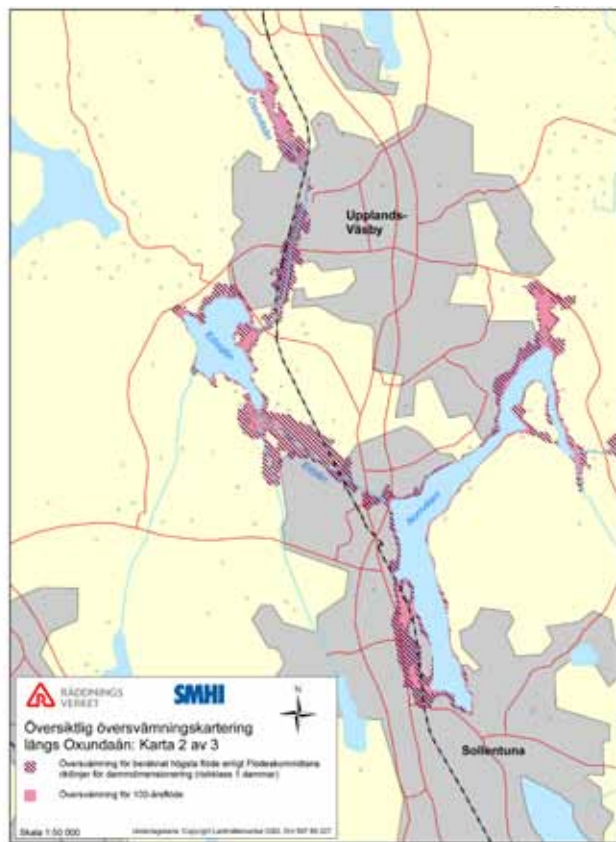
Översvämningar beror på högt vattenstånd i vattendrag och sjöar till följd av höga flöden, högt havsvattenstånd eller en kombination av dessa. Översvämningsrisken ökar när vattenståndet i havet är högt samtidigt som det är höga flöden i vattendrag. Vid höga vattenstånd i havet avleds vatten mindre effektivt vilket leder till högre vattennivåer även en bit uppströms i vattendraget.

Vattendrag

Höga flöden har historiskt framförallt uppstått under våren i och med snösmältningen. Klimatberäkningarna visar att vattenföringen mellan olika säsonger kommer att förändras. Flödena kommer att bli högre under höst och vinter medan vårfloeden minskar. Detta beror på ökad nederbörd vintertid som i mindre grad än idag kommer lagras som snö på grund av högre temperaturer. Förändringarna syns tydligast mot slutet av seklet.

Begreppen återkomsttid, risk och sannolikhet är centrala när man talar om höga flöden, men terminologin skapar ibland missförstånd. Med en händelses återkomsttid menas att händelsen i genomsnitt inträffar eller överträffas en gång under denna tid. Infrastruktur med lång livslängd exponeras för risken under lång tid och således blir den samlade sannolikheten stor. Sannolikheten för ett 100-årsflöde är 1 på 100 för varje enskilt år, medan den samlade sannolikheten för 100 års exponering är 63 procent. För riskobjekt som till exempel större dammar sätter man ofta gränsen vid, eller bortom, flöden med en återkomsttid på 10 000 år. Sannolikheten under 100 års exponering uppgår då till cirka 1 procent.



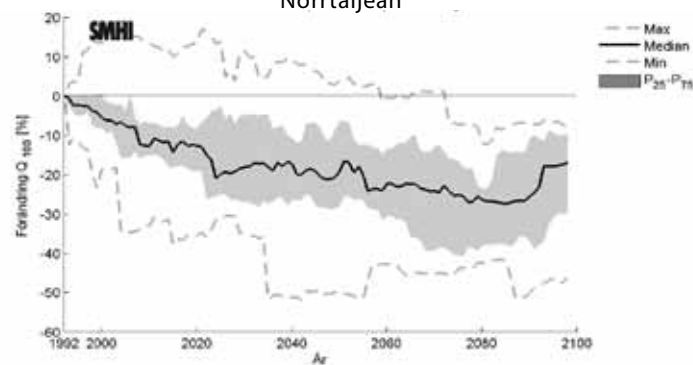


I länet finns, utöver Mälaren, tre vattendrag översiktligt karterade för dagens klimat – Norrtäljeån, Oxundaån och Tyresån. Karteringen gäller för 100-årsvattenförling och dimensionerande vattenförling (ofta kallat 10 000-årsflöde). Kartan visar översiktlig kartering längs Oxundaån.

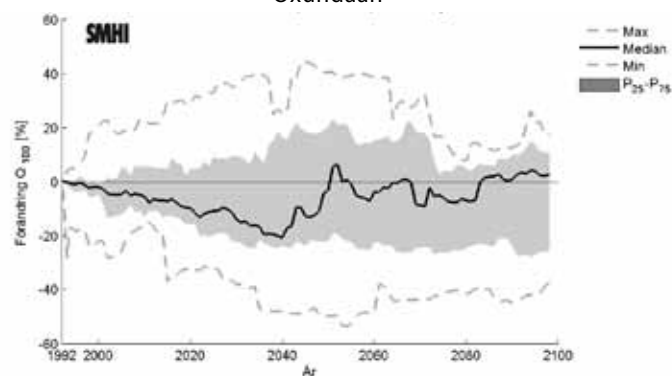
Vattendrag	Medelvattenförling idag (m ³ /s)	100-årsvattenförling idag (m ³ /s)
Norrtäljeån	2,6	23
Oxundaån	1,6	18
Tyresån	2,1	22

100-årsvattenförling

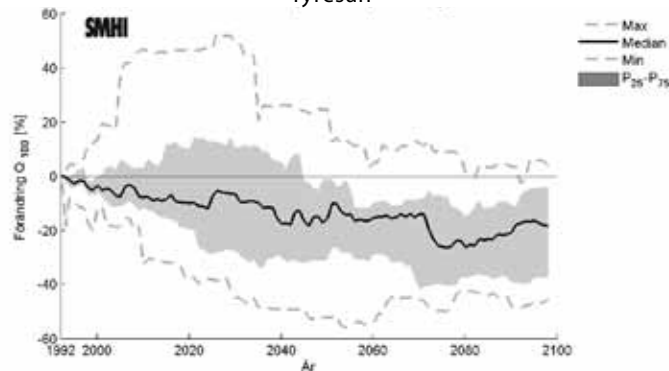
Norrtäljeån



Oxundaån



Tyresån

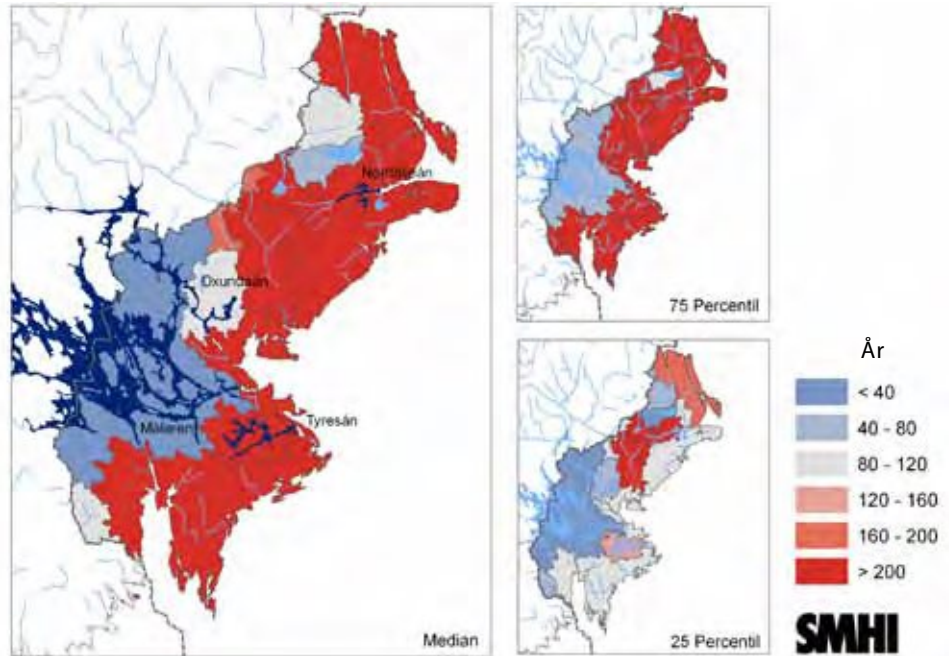


Oxundaåns totala 100-årstillrinning minskar med cirka 20 procent under första halvan av seklet medan den i stort sett är oförändrad under seklets sista del. För Norrtäljeån ses en tydlig minskning på cirka 20 procent tidigt under seklet och trenden återstår under resterande tid. Tyresån uppvisar en successiv minskning med 20 procent till år 2100.

För att få en uppfattning om hur mycket vanligare eller ovanligare översvämningar kommer att bli i framtiden kan man beräkna vilken återkomsttid dagens 100-årsflöde motsvarar i framtiden. Återkomsttider för dagens *lokala 100-årstillrinning* i framtida klimat presenteras på kartan. Med lokal tillrinning avses tillrinningen från varje *enskilt delavrinningsområde*. Det ger en bild av hur mindre vattendrag påverkas vars tillrinning endast beror av lokal förhållanden.

För större delen av länet kommer återkomsttiden för den lokala tillrinningen med storlek som dagens 100-årsflöde att öka, både fram till mitten och mot slutet av seklet, det vill säga de kommer att inträffa mer sällan än idag. I de flesta avrinningsområden inklusive Tyresån och Norrtäljeån fås en återkomsttid på över 200 år i slutet av seklet. För Oxundaån är återkomsttiden ganska oförändrad, 80–120 år. Mälaren utgör ett undantag, se nästa avsnitt.

Beräknad framtid återkomst (år) för dagens lokala 100-årstillrinning år 2069–2098



Sammanfattningsvis så bedöms risken för översvämningar på grund av höga flöden i vattendrag att minska i större delen av länet. Då flödesmönstret ändras mellan säsonger kommer översvämningensriskerna under framförallt seklets andra halva att vara störst vintertid.

Intensiva skyfall, som främst uppkommer sommartid, ger en annan typ av översvämningar än höga flöden. Dessa kortvariga händelser påverkar främst små vattendrag och dagvatten/avloppssystem. Skyfall väntas bli vanligare i framtiden vilket innebär att översvämmade dagvatten- och avloppssystem blir ett ökande problem.

Mälaren

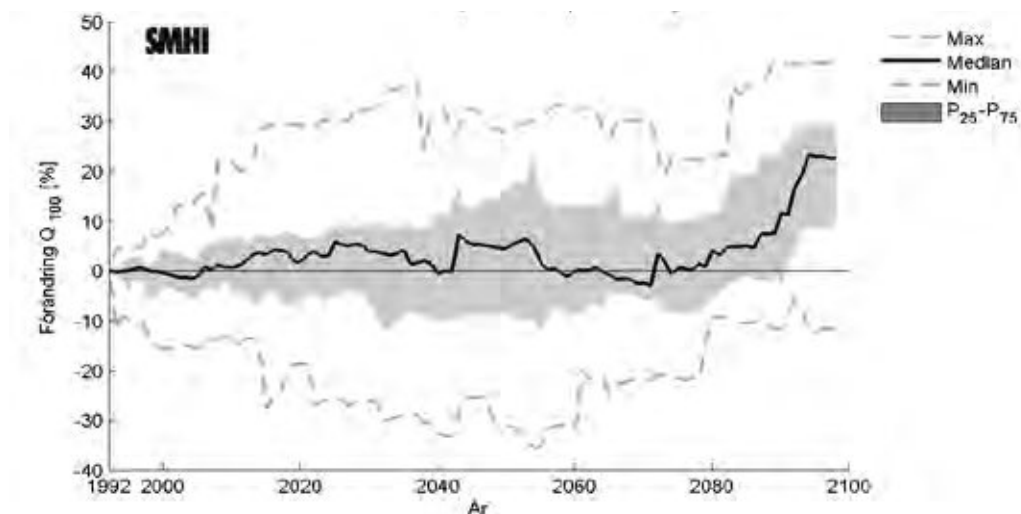
Mälarens totala 100-årstillrinning ökar med cirka 20 procent mot slutet på seklet. Dessförinnan är förändringen ganska marginell.

Mälarens lokala tillrinningsområde är mycket större än vad som visas på kartan. Det sträcker sig som en remsa kring hela Mälarens kust och omfattar därför inte enbart de lokala förhållandena i Stockholms län. Den lokala tillrinningen från vattendrag i Mälarens kustremsa visar på en ökning av de lokala 100-årsflödena, vilket alltså innebär kortare återkomsttid i förhållande till dagens 100-årsflöde, av storleksordningen 40–80 år i mitten av seklet och mindre än 40 år mot slutet av seklet. Detta är en stor ökning av frekvensen, men ska inte förväxlas med Mälarens totala 100-årstillrinning. För Mälarens vattennivåer har den framtida utformningen av Slussen i Stockholm avgörande betydelse.

Mälaren och Slussen i dagens klimat

De översvämningsrisker som är kopplade till Mälaren idag är oacceptabelt stora. I samband med ombyggnaden av Slussen avser man att öka tappningskapaciteten för att översvämningsriskerna ska minska. Den utökade tappningsförmågan tillsammans med en ny reglering av Mälaren gör att riskerna därefter kommer att kunna kontrolleras och att de inte längre bedöms vara ett hot i tids-

Mälaren, 100-årsvattenföring



FAKTARUTA

Övergripande mål för den nya regleringen av Mälaren

- Minska risken för översvämnning
- Minska risken för låga vattenstånd
- Förhindra saltvatteninträngning

perspektivet 50–100 år. Målet är att hålla Mälarens nivåer mellan +4,0 m och +4,7 m i Mälarens lokala höjdsystem. Detta motsvarar nivåerna +0,16 m respektive +0,86 m i höjdsystem RH00. Det har också varit viktigt att eftersträva årstidsvariationer i Mälarens vattenstånd som gynnar strandnära naturmiljöer och att skapa längre perioder med strömmande vatten i Stockholms ström.

SMHI har gjort omfattande beräkningar av flöden och nivåer för Mälaren för att finna vilken tappning som behövs för att undvika översvämningar. Den framtida utbyggda tappningskapaciteten beräknas till cirka 2000 m³/s. Dagens maximala tappning är cirka 800 m³/s. Medelvattenföringen är 170 m³/s. I tabellen visas nivåer för flöden med olika återkomsttid enligt dagens tappningsförhållanden och efter en utbyggnad med förändrad tappningsstrategi. I beräkningarna tar man hänsyn till en motdämmande effekt från Saltsjön som motsvarar 50 cm höjd vattennivå. Observera att nivåerna gäller för dagens klimat.

Återkomsttid (år)	Högsta vattenstånd (m)	
	Dagens tappningskapacitet	Utbyggd tappningskapacitet
100	5,17	4,56
1 000	>6,00	4,64
10 000	>6,00	4,78
Dimensionerande nivå	>6,00	4,78

Med dagens utformning av Slussen ger redan ett 100-årsflöde nivåer över +5 m om händelsen inträffar samtidigt med ett ogynnsamt havsvattenstånd. Ett dimensionerande flöde skulle ge nivåer över +6 m och omfattande konsekvenser. Som referens kan nämnas att nivåerna år 2000 låg på + 4,73 m efter en särskild tappning, annars hade nivåerna legat ytterligare 10 cm högre. Med den planerade utökade kapaciteten kan flöden upp till 1 000 års återkomsttid hanteras utan att man överskrider den övre nivån i nuvarande vattendom +4,7 m. Det övergripande målet att hålla Mälarens nivåer under +4,7 m överskrids dock med några cm vid nivåer över 1 000 års återkomsttid tillsammans med ett högt vattenstånd i Saltsjön.

Mälaren och Slussen i ett framtida klimat

Hur översvämningsrisken ändras i ett framtida klimat beror främst på ändringar i tillrinningsmönstret och på nettohöjningen av havsvattenståndet. SMHI har beräknat dimensionerande flöden och vattenstånd för ett framtida klimat tillsammans med den planerade utbyggnaden och ändrad tappning. De antaganden som gjorts är att den globala havsnivån stiger med +1 m till år 2100 och att höjningen är större under seklets andra halva. Det innebär en höjning av Saltsjön med cirka 50 cm efter avdrag för landhöjning år 2100. I mitten på seklet blir vattenståndet i Saltsjön ungefär som idag. Vid båda tidpunkterna har man beaktat både ett normalt vattenstånd i Saltsjön och ett högt som innebär en dämmande effekt. För åren 2020–2049 minskar de dimensionerande nivåerna i Mälaren i medel med 7–8 cm i förhållande till dagens klimat vid en ombyggd Slussen, medelnivån blir alltså som högst +4,70 m om Saltsjön står högt.

År 2020-2049	Vattenstånd i Saltsjön	
Förändring dimensionerande vattenstånd Mälaren	Normalt (3,58m)	Högt (4,08m)
Medel	- 7 cm	- 8 cm
Max	+14 cm	+ 14 cm
Min	- 20 cm	- 21 cm

För slutet av seklet innebär det att den dimensionerande nivån i medel minskar med 17 cm vid normalt saltsjö-vattenstånd. Om Saltsjön står högt kommer den dimensionerande nivån i medel vara 5 cm högre än idag med hänsyn tagen till en utbyggnad, det vill säga +4,83 m.

År 2067-2096	Vattenstånd Saltsjön	
Förändring dimensionerande vattenstånd Mälaren	Normalt (4,08m)	Högt (4,58m)
Medel	- 17 cm	+ 5 cm
Max	+1 cm	+ 20 cm
Min	- 36 cm	- 17 cm

Den utökade tappningskapaciteten i Söderström tillsammans med den föreslagna regleringen minskar kraftigt översvämningsriskerna i Mälaren. Den planerade tappningskapaciteten är tillräcklig idag och under framtida klimatförhållanden, men den skapade marginalen kommer successivt att minska på grund av stigande havsnivåer. Gränsen för vad som kan hanteras med den planerade nya utformningen av Slussen är en nettohöjning av havets nivå med cirka + 50 cm.

Inga av de redovisade värdena inkluderar snedställning av Mälarens vattenyta på grund av vind. Vindsnedställning beror av sjöns geometri. För Mälaren uppskattas vindpåverkan kunna ge en snedställning av ytan med som mest 20–30 cm utöver de redovisade nivåerna.

Havet

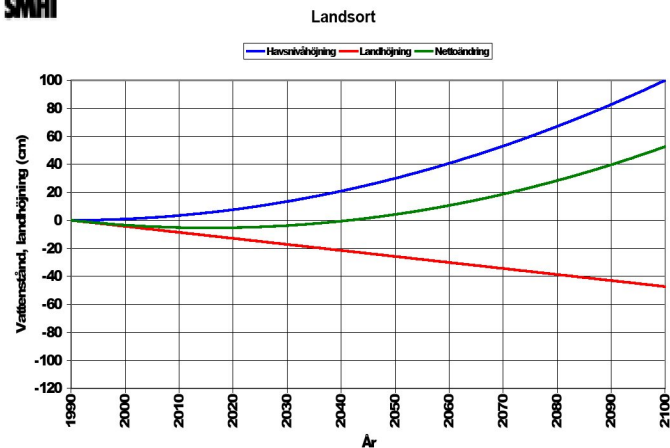
Internationell forskning pekar idag på ungefär 1 m som övre gräns för hur mycket havsytans nivå kan komma att stiga under perioden 1990–2100 som ett globalt medelvärde. Det är utifrån detta värde och antaganden om lokala effekter som SMHI har gjort beräkningar av framtida medelnivåer och extremnivåer för Stockholms län. Höjningen har också antagits vara lägre under seklets första halva, 30 cm globalt till 2050. Som en illustration till den fortsatta utvecklingen efter 2100 har man också valt att anta att havet stiger 2 m fram till år 2200. Den globala havsnivåhöjningen har räknats om till regionala effekter för länets kustkommuner med hänsyn tagen till landhöjningen. Kusten har delats in i fem områden.

Kustområde	Kommuner
Landsort	Södertälje, Nynäshamn, Botkyrka
Haninge	Haninge, Tyresö
Stockholm	Nacka, Värmdö, Stockholm, Lidingö, Vaxholm, Österåker, Täby, Danderyd, Solna, Sollentuna
Norrtälje	Norrtälje
Norra Norrtälje	Norrtälje

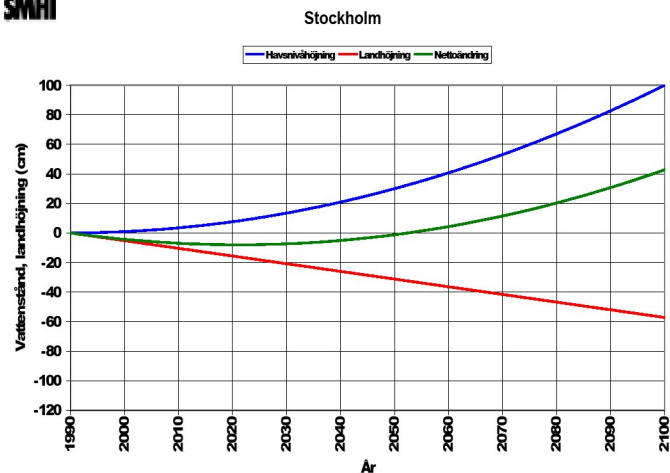
Förändring av medelvattenstånd i framtiden

Figurerna till höger visar en utveckling av havsnivåhöjningen, landhöjningen och nettoändringen av medelvattenståndet för Stockholm och Landsort åren 1990–2100.

SMHI



SMHI



Förändring av extrema vattenstånd i framtiden

Tabellen nedan visar havsvattenstånd med 100-års återkomsttid åren 2010, 2100 och 2200 för de fem valda kustområdena. Vattenståndet anges i höjdsystemet RH2000. I beräkningarna gjordes antagandet att medelvattenytan låg på 20 cm i RH2000 för hela länet året 1990. Ökningen på lång sikt av de mest extrema nivåerna varierar regionalt och blir något större än ökningen av årsmedelvärdet.

Risken för översvämning påverkas i dagsläget mer av kortvariga oväder med lågt lufttryck och kraftig vind än av den globala höjningen av havsnivån. Havets medelnivå förändras långsamt och den kompenseras till en början av landhöjningen. Först från mitten av seklet börjar effekten av ett stigande världshav ge sig till känna längs länets kust. På grund av den mindre landhöjningen höjs nivåerna snabbare i Landsort än längre norrut. Efter år 2100 kan effekterna av ett stigande världshav bli betydande för Stockholms län.

Kustområde	100-års vattenstånd RH2000		
	År 2010	År 2100	År 2200
Landsort	110	180	230
Haninge	115	175	225
Stockholm	120	175	220
Norrtälje	120	170	205
Norra Norrtälje	130	180	210

Erosion

Erosion är en ständigt pågående naturlig process som innebär förlust av material från stranden och botten i vattendrag och längs kuster. Den naturliga balansen mellan erosion och sedimentation kan störas av mänskliga aktiviteter, exempelvis genom konstruktioner i vatten, fartygstrafik och avverkning av strandnära skog. Under vissa förhållanden sker mer omfattande erosionsangrepp, till exempel längs kuster vid stormar och vid höga flöden och vattennivåer i vattendrag och sjöar.

De förhållanden som påverkar erosion i vattendrag är jordart och vattenföring. Störst erosion sker i sand och silt och erosionen blir störst vid högre vattenflöden under lång tid, men även extrema flöden ger skador.

Förutsättningar för erosion längs kusten och Mälaren finns främst inom områden där jorden utgörs av sand och silt. Sådana förutsättningar finns inom ett stort antal områden längs hela kusten och längs Mälaren. För att bedöma hur stora strandnära områden som kan utsättas för erosion så används en modell som bygger på ett samband mellan havets höjning och påverkan på stränder.

Vattendrag

SGI har tidigare översiktligt inventerat förutsättningar för erosion längs de vattendrag där översiktliga översvämningskarteringar har utförts för dagens klimat. Det gäller Norrtäljeån, Oxundaån, Tyresån inklusive Gudöa och även för Sigtunaån. Det finns sträckor med förutsättningar för erosion längs samtliga vattendrag som kan medföra förlust av mark, underminering av konstruktioner och medföra att stabiliteten i slänter minskar med skred och ras som följd.

Klimatscenarierna fram till år 2100 visar att 100-årstillsrinningen kommer att vara oförändrad eller minska med upp till 20 procent. Säsongsvis syns däremot en tydlig ökning vintertid på grund av ökad nederbörd som regn och en klar minskning under vår och sommar. Erosionen kan därför öka lokalt i slänter vid vattendrag vid kraftiga flöden där det redan idag finns geologiska förutsättningar för erosion. Man bör vara särskilt uppmärksam på dessa risker för bebyggelse som ligger vid sådana vattendrag.

Mälaren

Framtida vattennivåer och erosionsförhållanden i Mälaren beror helt på de vattenhushållningsbestämmelser som ska beslutas. Det är därför inte möjligt att nu säga hur erosionen längs stränderna kommer att förändras. En eventuell högre nivå av medelvattenytan ger samma effekt som för kusten.

Kommuner med förutsättningar för erosion längs Mälaren:

Botkyrka, Ekerö, Huddinge, Järfälla, Nykvarn, Salem, Solna, Stockholm, Södertälje och Upplands Bro.

Kommuner med förutsättningar för erosion längs kusten:

Botkyrka, Danderyd, Haninge, Lidingö, Nacka, Norrtälje, Nynäshamn, Solna, Stockholm, Södertälje, Tyresö, Täby, Vaxholm, Värmdö och Österåker.

Havet

Klimatförändringarna innebär att havet höjs permanent. Det ger att områden som tidigare inte utsatts för erosion kommer att påverkas. Samtidigt motverkas detta av den pågående landhöjningen. För att kunna bedöma den långsiktiga erosionen utgår man normalt från havets medelvattennivå. Medelvattennivån kommer att öka med cirka 30–50 cm år 2100 från Norrtälje till Landsort vid en global höjning av havets nivå på +1,0 m. Det innebär att 30–50 m av kusten kan påverkas av ökad erosion utöver den erosion som redan förekommer för dagens förhållanden. Till detta kommer lokala erosionseffekter från till exempel stormar, översvämningar och tillfälliga högvatten, ett schablontillägg på cirka 25 procent. Detta innebär alltså sammanlagt risk för erosion med 40–65 m inåt land vid seklets slut jämfört med redan pågående erosion.

FAKTARUTA

Erosion vid hav: 1 m höjning av havets nivå har påverkan 100 m upp på stranden.

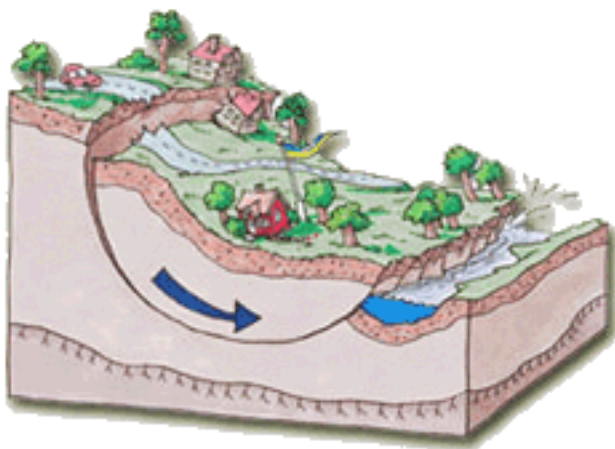
Skred och ras

Skred och ras beror helt på de lokala förutsättningarna. Det innebär att en beskrivning av ändrade stabilitetsförhållanden till följd av klimatförändringar bara kan göras i generella termer.

De klimatförhållanden som främst påverkar stabiliteten är nederbörd, flöden och nivåer i hav, sjöar och vattendrag. Faran för skred och ras ökar genom att ett ökat vattentryck i markens porer minskar hållfastheten. Ökad nederbörd leder också till ökad avrinning och erosion som påverkar släntstabiliteten. Förändrade grundvattennivåer och porvattentryck kan medföra försämringar av säkerheten för slänter i lera och silt. Under vissa sommarperioder sjunker vattennivåerna i vattendrag vilket leder till att den mothållande kraften i strandslänter minskar. Om markens vattentryck fortfarande är förhöjt leder det till att skredrisken ökar.

SGI har i en utredning som gäller för vissa typiska geologiska förhållanden i Sverige bedömt att stabiliteten kan försämrats med mellan 5 och 30 procent vid ökad nederbörd. Det betyder att förstärkningsåtgärder kan behövas för *områden som idag anses vara stabila*. I Stockholms län förväntas inte nederbörden öka lika kraftigt som i utredningen. Förändringarna kan framöver dock bli så stora att man måste ta hänsyn till de ökade riskerna.

Klimatets förändringar innebär också att riskerna för skred och ras ökar inom bebyggda *områden som har otillfredsställande stabilitet för dagens förhållanden*. Det innebär också att det inom ytterligare områden kan komma att finnas slänter som inte har erforderlig stabilitet.



Illustrationen visar ett skred



Illustrationen visar ett ras

FAKTARUTA

Skred är en jordmassa som kommer i rörelse och som under rörelsen till en början är sammanhängande. Yt-lagrets torra lera, torrskorpan, bryts sönder i stora flak. Jordskred förekommer i finkorniga silt- och lerjordar, men även i andra jordar med inslag av lera och silt, exempelvis finkornig morän.

Ett ras är en massa av sand, grus, sten eller block eller en del av en bergslänt, som kommer i rörelse. De enskilda delarna rör sig fritt i förhållande till varandra. Berg innehåller större och mindre sprickor som kan leda till att stora block loss görs och faller ned.

Klimatförändringar påverkar även frekvensen av ras i berg. Växlingar mellan varmt och kallt väder, så kallade nollgenomgångar, gör att vatten i bergets sprickor fryser och bergmaterial lossnar som rasar utför bergsidan. Detta bedöms framför allt vara ett problem för bergsidor som är framsprängda eller framschaktade i samband med exploatering av mark. Nollgenomgångar kommer att minska i länet.

Översiktliga stabilitetskarteringar har tidigare utförts av MSB för *befintliga bebyggda områden*. Dessa redovisar områden med otillfredsställande säkerhet mot skred och ras för *dagens klimat* och där det finns behov av att utföra detaljerade utredningar. Karteringarna har olika

detaljeringsgrad. I den sammanställning som SGI här har gjort redovisas de olika typerna av utredningar med olika färger på kartorna. Karteringarna visar att det finns områden med otillfredsställande stabilitet inom flera kommuner i länet.

Eftersom de översiktliga karteringarna endast omfattar befintlig bebyggelse har SGI därför kompletterat med potentiella utbyggnadsområden. SGI har bedömt förutsättningarna för skred och ras i dagens klimat för dessa områden. Sammanställningen omfattar de kommuner som lämnat in uppgifter om aktuella utbyggnadsplaner. Den visar att det i kommunerna finns potentiella utbyggnadsområden med risker för skred och ras. Det är viktigt att notera att detta är en första övergripande bedömning som måste följas upp med mer detaljerade utredningar.

Inträffade skred och ras i länet har sammanställts från både SGI:s skreddatabas och uppgifter från länets kommuner. Totalt finns ett tiotal skred och ras redovisade för Stockholms län.

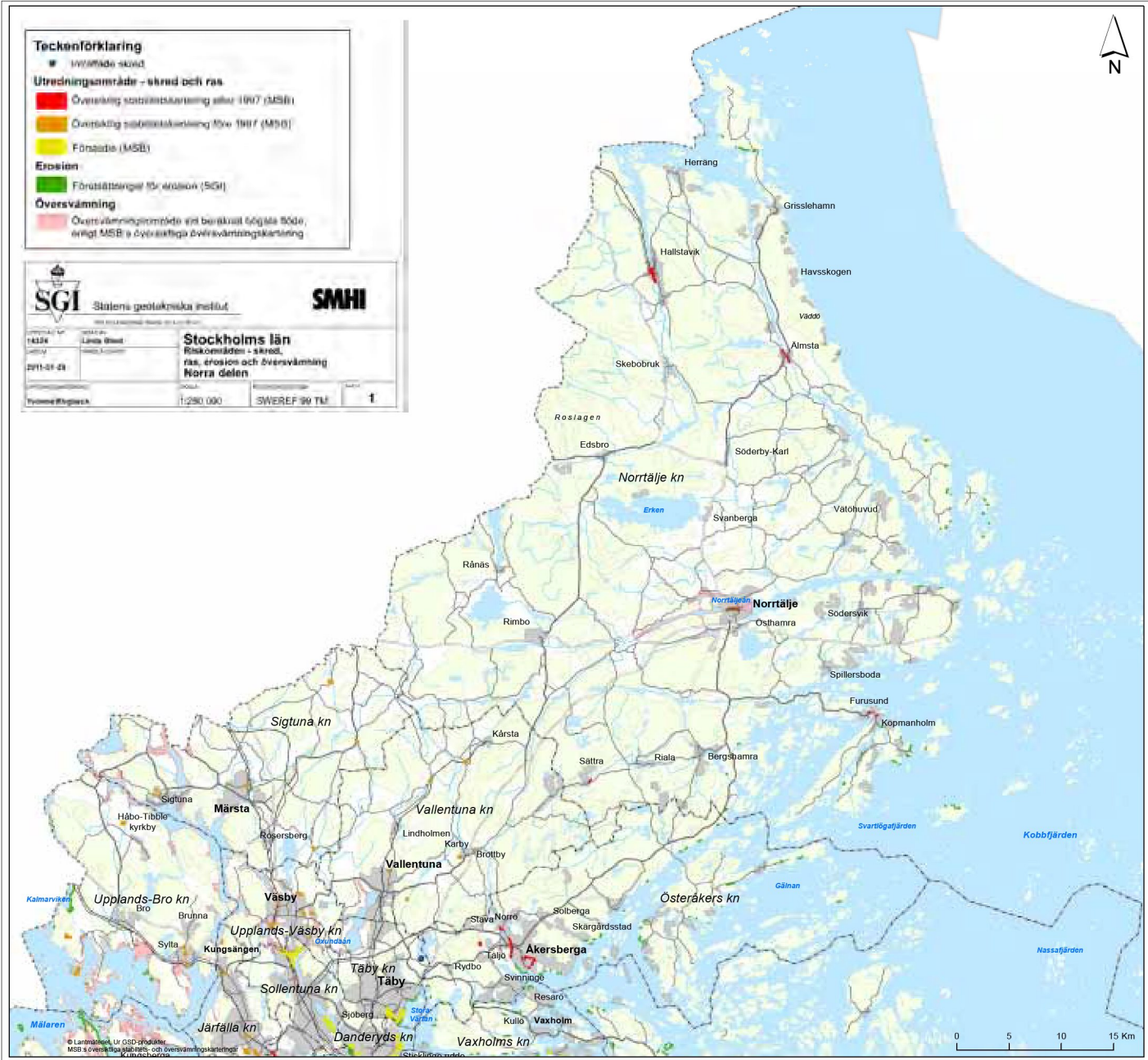
Kartor över riskområden

Kartorna på nästa uppslag visar riskområden för skred, ras, erosion och översvämning i Stockholms län, norra respektive södra delen. Av kartorna framgår:

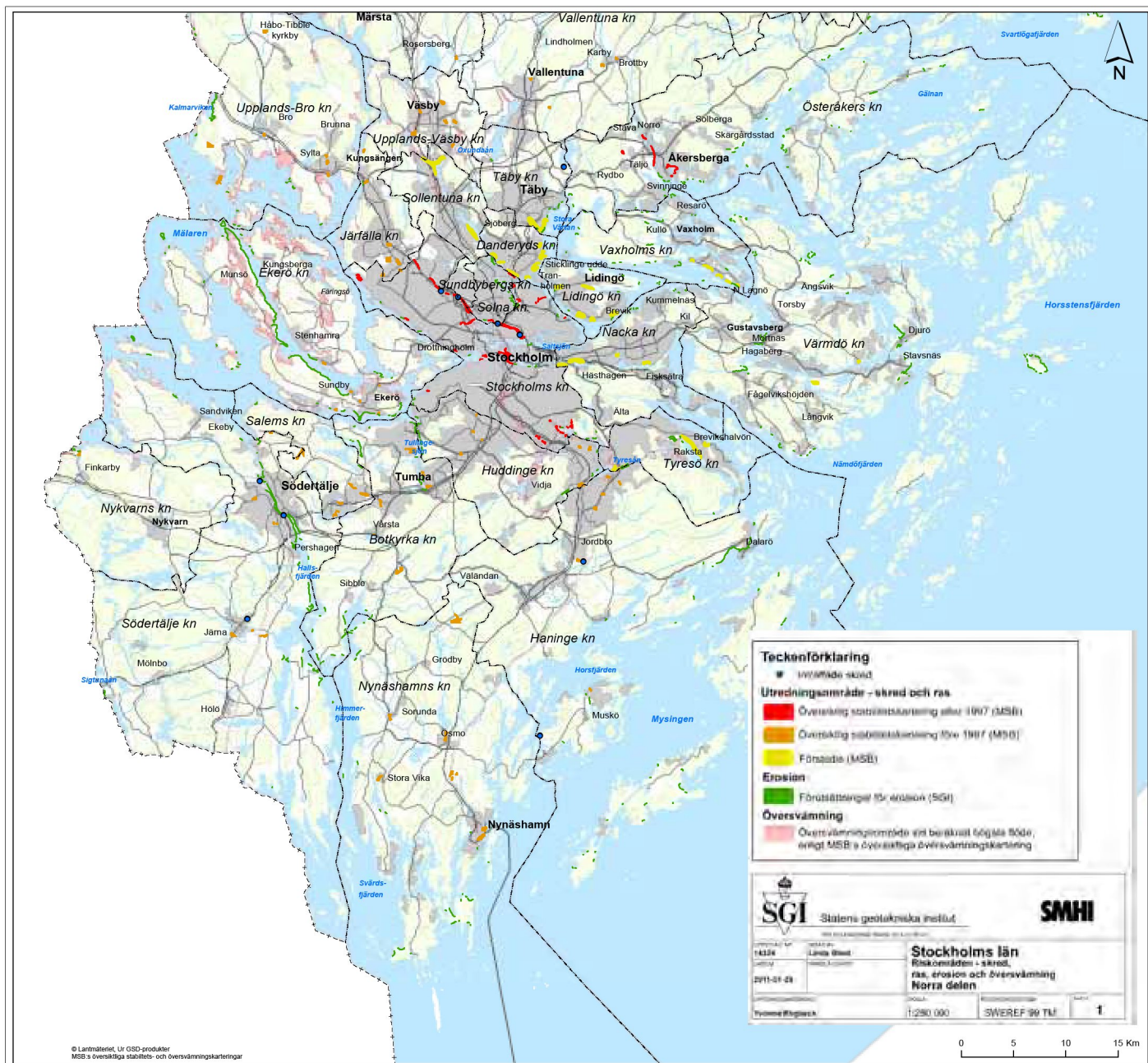
- översiktliga översvämningskarteringar för dimensionerande flöden (Bhf = beräknat högsta flöde)
- översiktliga stabilitetskarteringar genomförda efter och före år 1997 respektive enbart förstudie
- förutsättningar för erosion längs kust, Mälaren och vattendrag
- inträffade skred.

Samtliga riskområden gäller för dagens klimat. De översiktliga översvämnings- och stabilitetskarteringarna är genomförda av MSB. Områden med förutsättningar för erosion har tidigare inventerats av SGI. Inträffade skred är hämtade från SGI:s skreddatabas och har kompletterats med en insamling från länets kommuner om skred inträffade under de senaste 10 åren. Kartorna bör inte förstoras till annan detaljeringsgrad eftersom de är anpassade till utredningens översiktliga nivå. Kartmaterialet finns också producerat i GIS-skikt för de olika analysdelarna.

ANPASSNING TILL ETT FÖRÄNDRAT KLIMAT



Riskområden för skred, ras, erosion och översvämning i Stockholms län i dagens och framtidens klimat. Kortversion



Rapporter från klimatanpassningsuppdraget

Inom länsstyrelsens klimatanpassningsuppdrag har till maj 2011 följande skrifter tagits fram av Länsstyrelsen i Stockholms län:

Regional klimatsammanställning – Stockholms län. Kortversion.
ISBN 978-91-7281- 425-7, maj 2011

Riskområden för skred, ras, erosion och översvämning i Stockholms län - dagens och framtidens klimat. Kortversion.
ISBN 978-91-7281- 425-7, maj 2011

Är våra kommuner klimatanpassade? Ansvar, riktlinjer, åtgärder. Maj 2011

Regional klimatsammanställning - Stockholms län. Rapport nr 2010-78, SMHI, jan 2011.

Riskområden för skred, ras, erosion och översvämning i Stockholms län - för dagens och framtidens klimat. Diariernr 2-1003-0202, SGI, SMHI, jan 2011

Robust och klimatsäkrad dricksvattenförsörjning i Stockholms län. VAS-rådets rapport nr 10, Kommunförbundet Stockholms län, Länsstyrelsen Stockholms län, VAS-rådet, Tyréns AB, jan 2011

Klimatförändringar och Mälaren ur ett vatten- och naturmiljöperspektiv. Rapport nr 2011:2, ISBN 978-91-7281-407-3, dec 2010.

Klimatanpassningsplan. Process och verktyg. ISBN 978-91-7281-396-0, Socratia AB, dec 2010

Systemtyper och klimatfaktorer - Lathund som stöd vid konsekvens- och sårbarhetsanalyser. ISBN 978-91-7281-397-7, Socratia AB, dec 2010

Konsekvens- och sårbarhetsanalys. Metodbeskrivning. ISBN 978-91-7281-398-4, Socratia AB, dec 2010

This image shows a full page of blank white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a template for writing or drawing. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]

*Mer information kan du få av Länsstyrelsens
avdelning för samhällsskydd och beredskap
Tfn: 08- 785 40 00
Broschyren finns som pdf på vår hemsida
www.lansstyrelsen.se/stockholm/publikationer*

*Adress
Länsstyrelsen i Stockholms Län
Hantverkargatan 29
Box 22 067
104 22 Stockholm
Tfn: 08- 785 40 00 (vxl)
www.lansstyrelsen.se/stockholm*