

En klimatanpassad järnväg

Långsiktig planering av infrastruktur i
ett föränderligt klimat

Johan Sundin

Teknisk- naturvetenskaplig fakultet
UTH-enheten

Besöksadress:
Ångströmlaboratoriet
Lägerhyddsvägen 1
Hus 4, Plan 0

Postadress:
Box 536
751 21 Uppsala

Telefon:
018 – 471 30 03

Telefax:
018 – 471 30 00

Hemsida:
<http://www.teknat.uu.se/student>

Abstract

En klimatanpassad järnväg - långsiktig planering av infrastruktur i ett föränderligt klimat **A climate adapted railway**

Johan Sundin

Global warming is going to affect our society in many ways. One can say that the problem we face has two different sides. One of those sides has received a lot of attention, namely how we can reduce our emissions of greenhouse gases. However, because of the inertia of the climate system the climate will continue to evolve over a period of time, no matter how much we cut back on emissions. Because of this, we have to start adapting our society to the climate changes that we cannot influence. This is the other side of the problem and it has been termed climate adaptation.

Swedish society, just like the rest of the world, faces major challenges in climate adaptation. An important part of the challenge is to protect the infrastructure. The Swedish Rail Administration's (SRA) part of the challenge is to maintain a functioning rail system, regardless of how the environment around the railway is changing. By taking account of climate change when planning for new rail, future problems can be avoided. This report investigated what SRA can do to create a climate adapted railway.

Within the scope of this report, useful information is identified and a working model for how this information can be used when planning new railways is suggested. The model is then evaluated in a case study and the results are presented. The goal is that the work will provide a wide basis for every day work on climate adaptation within SRA.

Handledare: Björn Eklund
Ämnesgranskare: Marco Cecconello
Examinator: Elisabet Andresdottir
ISSN: 1650-8319, STS 10019

Populärvetenskaplig beskrivning

Den globala uppvärmningen som pågår kommer att påverka vårt samhälle på många sätt. Man kan säga att den problematik vi står inför har två olika sidor. Den ena sidan är den som fått mest uppmärksamhet, nämligen hur vi ska kunna minska våra utsläpp av växthusgaser. På grund av klimatsystemets tröghet kommer dock klimatet att fortsätta förändras under en period oavsett hur mycket vi skär ner på utsläppen. Det är här den andra sidan, som hittills hamnat lite i skymundan, kommer in i bilden. Den handlar om att vi måste anpassa vårt samhälle så att det klarar av de klimatförändringar som vi inte kan påverka. Detta ämnesområde har kommit att kallas klimatanpassning.

Det svenska samhället står, precis som övriga världen, inför stora utmaningar inom klimatanpassning. En viktig del av utmaningen är att skydda infrastrukturen. Banverkets del av utmaningen är att bibehålla ett fungerande järnvägssystem oavsett hur järnvägens omgivning förändras. Genom att ta hänsyn till klimatförändringar redan i planeringsstadiet för ny järnväg kan framtida problem undvikas. I detta arbete utreds hur Banverket kan gå tillväga för att skapa en klimatanpassad järnväg. Detta görs genom att leta upp information som kan användas som planeringsunderlag och föreslå en arbetsmodell för hur informationen kan användas i Banverkets planeringsprocess. Modellen testas och utvärderas sedan i en fallstudie och erfarenheter från fallstudien presenteras. Målet är att arbetet ska kunna utgöra en bred grund för det dagliga arbetet med klimatanpassning inom Banverket.

Innehållsförteckning

1. Inledning	3
1.1 Bakgrund	3
1.2 Syfte	3
1.3 Avgränsning	4
1.4 Metod	4
2. Klimatförändringar och dess följder för järnvägen.....	5
2.1 Klimatscenarier och modeller	5
2.2 Klimatförändringar i Sverige.....	6
2.2.1 Högre temperatur.....	6
2.2.2 Nederbörd.....	7
2.2.3 Havsvattennivåer	9
2.2.4 Vindstyrka	12
2.2.5 Andra faktorer	12
2.3 Hur klimatförändringar påverkar järnvägen	12
2.3.1 Översvämning	12
2.3.2 Förändrad kustlinje.....	13
2.3.3 Erosion	14
2.3.4 Jordskred, ras och slamströmmar	14
2.3.5 Andra effekter	17
2.4 Klimatrelaterat faktaunderlag.....	17
2.4.1 Klimatklimate scenarier	17
2.4.2 Förändrad kustlinje.....	18
2.4.3 Översvämning	18
2.4.4 Stabilitet	19
3. Riskhantering och klimatanpassning	22
3.1 Riskhantering	22
3.2 Banverkets planeringsprocess	24
3.2.1 Förstudie.....	24
3.2.2 Järnvägsutredning.....	24
3.2.3 Järnvägsplan	25
4. Förslag till arbetsgång	26
4.1 Förstudie.....	26
4.2 Järnvägsutredning.....	26
4.2.1 Samordning med andra projekt	27
4.2.2 Miljökonsekvensbeskrivning.....	27
4.2.3 Generell utformning	27
4.3 Järnvägsplan	28
4.3.1 Detaljerad utformning	28

4.3.2 Noggranna undersökningar av området.....	28
4.3.3 När och till vilken kostnad?.....	28
4.4 Återkoppling	29
5 Fallstudie Mälarbanan.....	30
5.1 Presentation	30
5.2 Förstudie.....	32
5.2.1 Klimatförändringar i Stockholms län	33
5.2.2 Översvämningsrisker i området.....	34
5.2.3 Instabila områden	38
5.3 Järnvägsutredning.....	42
5.3.1 Andra projekt.....	43
5.3.2 Miljökonsekvensbeskrivning i järnvägsutredningen	45
5.3.3 Generell utformning	45
5.4 Järnvägsplan	45
5.4.1 Skydd mot översvämning	45
5.4.2 Jämförelse med kommunens översiktsplan	49
5.4.3 Dimensionering	50
6. Sammanfattning och slutsatser	51
6.1 Kritiska punkter.....	51
6.2 Förslag till Banverket	52
6.3 Fortsatt arbete	52
7. Referenslista	54
Bilagor	56

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Världens klimat förändras ständigt. Under de senaste decennierna har denna förändring dock varit mer påtaglig än tidigare. Det råder en allt tydligare vetenskaplig konsensus om att det är människans utsläpp av växthusgaser som orsakat den accelererande uppvärmningen av klimatet. De senaste hundra åren har världens genomsnittstemperatur ökat med 0,7 grader och den takt med vilken klimatet värms upp fördubblades under andra halvan av århundradet. Jordens klimat har en inneboende tröghet och förändras med lång fördröjning. De förändringar vi upplever idag, och kommer att uppleva under de närmsta decennierna, är följaktligen resultatet av historiska utsläpp. Först därefter kan eventuella åtgärder och begränsning av utsläpp få genomslag. Sannolikt så kommer den förändring som påbörjats att fortgå under många decennier, kanske sekler, därefter.¹

Den höjda temperaturen ger i sin tur upphov till andra förändringar. Nederbörden ökar på vissa platser och minskar på andra, vindarna förändras och havsnivån stiger. Förutom ansträngningarna med att minska utsläppen av växthusgaser för att minimera dessa förändringar så står världen inför det massiva arbetet med att anpassa samhället till dessa nya klimatförhållanden. Detta ämnesområde är någonting tämligen nytt och har kommit att gå under namnet klimatanpassning.

För att den svenska infrastrukturen ska fylla sin funktion även i framtiden måste även den klimatanpassas. Det handlar då om att anpassa redan befintliga delar av infrastrukturen såväl som att utforma nya delar så att de med goda marginaler klarar av ändrade förhållanden. En viktig del av Sveriges infrastruktur är transportsystemet och en viktig del av transportsystemet är järnvägen. Banverket står inför en betydande utmaning för att bibehålla ett fungerande järnvägsnät utan att riskera att haverier och olyckor ökar. Arbetet med att anpassa de cirka 1100 mil järnväg som Banverket förvaltar är självklart ett omfattande arbete. För att inte ytterligare öka den bördan är det avgörande att de nya järnvägar som ska byggas klimatanpassas redan i planeringsskedet.

När en ny järnväg planeras så är det med tanken att den ska kunna användas under minst hundra år. Dessutom är det mycket möjligt att sträckningen i sig kan komma att användas under betydligt längre tid, även om tekniken i sig förändras. Det är alltså avgörande att järnvägen lokaliseras och konstrueras på ett sätt som minimerar behovet av framtida åtgärder.

1.2 Syfte

Genom att analysera vilka risker ett förändrat klimat innebär för järnvägen kan man avgöra vilka åtgärder som bör prioriteras och fördela resurserna därefter. På det viset skapas ett järnvägsnät som är väl förberett för framtidens klimat. Syftet med detta arbete är att presentera en grund för hur denna problematik kan hanteras. Dels genom att presentera relevant information om klimatförändringar och identifiera information som kan användas som underlag i planeringen av ny järnväg. Dels genom att utveckla en strategi för hur planeringsprocessen kan anpassas i praktiken så att negativa effekter minimeras. Arbetet fokuserar på planerandet av nya sträckor, men bör rimligtvis vara tillämplbart även vid modifiering av befintliga sträckor. Målsättningen är att Banverkets genom att tillämpa strategin ska kunna påbörja arbetet med att klimatanpassa svensk järnväg.

¹ Klimat- och sårbarhetsutredningen. S. 12

1.3 Avgränsning

Ofta blir diskussionen högljudd när klimatförändringar diskuteras. Det finns många starka åsikter om huruvida de är orsakade av människan eller ej. Dock råder det numera någorlunda vetenskaplig konsensus i frågan och såväl FN som EU och Sveriges regering har godtagit att mänskliga aktiviteter ligger bakom temperaturhöjningen. Detta arbete utgår från denna ståndpunkt, att Sveriges medeltemperatur kommer att höjas med mellan 2,5 och 4,5 grader innan seklets slut, och tar för övrigt inte ställning i frågan.² De scenarier som används i arbetet är de som använts i klimat- och sårbarhetsutredningen, den utredning om klimatanpassning av det svenska samhället som genomförts på uppdrag av regeringen. Enligt denna rapport är de regionala klimatscenarierna som utformats av SMHI tillräckligt robusta.³

Järnvägen kan påverkas av klimatförändringar på många sätt, både på direkta och indirekta vis. Viktiga funktioner kring järnvägssystemet, såsom elförsörjning, skulle kunna slås ut. Likaledes skulle naturolyckor långt från järnvägen i fråga kunna påverka denna negativt, exempelvis vid ras eller dammbrott uppströms i en älv. Dessa faktorer räknas dock som indirekta och behandlas inte i detta arbete. Dels för att risken för att de inträffar är svårbedömd och dels för att arbetets omfattning ej tillåter det.

1.4 Metod

Examensarbetet är huvudsakligen baserat på skriftliga källor. Styrdokument från Banverket har använts för att studera deras metoder vid planering av järnväg. Planeringsdokument i form av miljökonsekvensanalyser och slutrapporter har studerats för att finna relevant information inom ramarna för fallstudien. Som empiriskt underlag har rapporter och avhandlingar från forskningsinstitutioner såsom Sveriges Hydrologiska och Meteorologiska Institut, Sveriges Geologiska Institut och Sveriges Geologiska Undersökning använts. De telefonintervjuer som genomförts har endast syftat till att komplettera uppgifter från skriftliga källor.

Den fallstudie som genomförts har som syfte att undersöka hur det praktiska arbetet med klimatanpassning skulle kunna gå till och belysa de svårigheter som kan uppstå. Fallstudien är upplagd utifrån de olika skeden som finns i Banverkets planeringsprocess för att så tydligt som möjligt visa hur arbetsgången skulle kunna se ut. Eftersom examensarbetet genomförts på Banverkets Investeringsdivision distrikt mitt så valdes ett projekt som drivs inom detta distrikt. Dels för att detta förbättrade tillgången till information om projektet och dels för att göra arbetet intresseväckande för dem som arbetar med projektering i distriktet. I de två första skedena, förstudie och järnvägsutredning, utgår fallstudien från slutrapporterna. Det näst sista skedet, järnvägsplanen, har endast påbörjats för den yttre sträckan och ingen slutrapport är färdigställd. I järnvägsplanskedet är fallstudien baserad på de dokument som hittills finns tillgängliga.

Rapporten är strukturerad så att en helhetsbild av problemet, och förhoppningsvis delar av lösningen, presenteras. Kapitel 2 är en genomgång av hur vårt klimat förändras samt hur dessa förändringar kan komma att påverka järnvägen. Här presenteras även den information som identifierats och bedömts vara användbart som planeringsunderlag. Kapitel 3 behandlar ramarna för riskhantering och Banverkets nuvarande planeringsprocess, tillsammans utgör de skelettet för de kapitel som följer. I kapitel 4 presenteras ett förslag till hur arbetet med klimatanpassning skulle kunna integreras i Banverkets planeringsprocess. Detta förslag tillämpas sedan på ett aktuellt projekt, utbyggnaden av Mälärbanan, i den fallstudie som följer

² Rossby Centre regionala klimatklimatestimer s. 1

³ Klimat- och sårbarhetsutredningen, s. 638

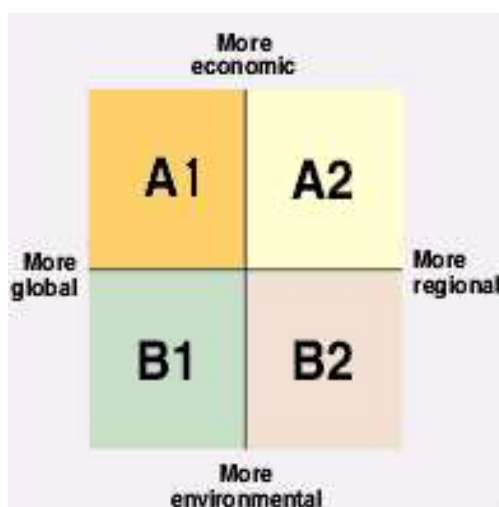
i kapitel 5. I kapitel 6 presenterats de slutsatser arbetet lett fram till samt hur arbetet kan fortsätta.

2. Klimatförändringar och dess följder för järnvägen

2.1 Klimatscenarier och modeller

Att med hjälp av modeller försöka förutsäga jordens klimat för hundratals år framöver är en oerhört komplicerad uppgift. Det bör understrykas att den information om kommande klimatförändringar i denna rapport, och andra som berör ämnet, är klimatscenarier och inte prognoser. Det ena scenariet är inte mer sannolikt än det andra utan syftar bara till att förutsäga hur klimatet förändras givet att de förutsättningar som ligger till grund för scenariet inträffar. De beräkningar av hur utsläppen av växthusgaser kommer att förändras benämns i denna rapport utsläppsscenarier, medan beräkningar av hur klimatet förändras benämns klimatscenarier.

FN:s klimatpanel, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), betraktas som en vetenskaplig auktoritet inom klimatforskning. I den fjärde Special Report on Emission Scenarios (SRES-rapporten) har de utformat ett antal utsläppsscenarier som utifrån socioekonomiska, tekniska och demografiska parametrar visar hur världens utsläpp av växthusgaser kommer att förändras under detta århundrade. De fyra utsläppsscenarierna utgör kombinationer av olika ytterligheter. Dels skillnader i utveckling mot ett globalt eller regionalt samhälle, dels om utvecklingens fokus ligger på ekonomisk tillväxt eller hållbar utveckling, se figur 2.1.



Figur 2.1. Olika Utsläppsscenariers egenskaper (Källa: Klimat- och sårbarhetsutredningen)

I dessa utsläppsscenarier har inga åtgärder för att minska utsläppen införlivats i beräkningarna, utsläppen är endast kalkylerade utifrån ovan nämnda parametrar. Meteorologiska institutet världen över har använt sig av dessa utsläppsscenarier i sina klimatmodeller när de beräknat globala klimatscenarier som visar hur världens klimat kan förändras. Dessa globala klimatscenarier har i sin tur legat till grund för nationella institut och deras regionala klimatscenarier. Där har de två utsläppsscenarierna A2 och B2 använts.

Denna rapport utgår från samma klimatscenarier som använts i Klimat- och Sårbarhetsutredningen. Dessa svenska klimatscenarier är beräknade av SMHI på deras forskningsinstitut Rossby Centre. De har utgått från de globala modellerna HadAM3H

utvecklad vid Hadley Centre i Storbritannien och ECHAM4/OPYC3 utvecklad vid DKRZ och Max Planck-institutet i Tyskland. De har använt de två utsläppsscenarierna A2 och B2 som underlag:

- Utsläppsscenario A2: Utveckling med fokus på ekonomisk tillväxt. Ett allt mer regionalt och heterogent samhälle vilket leder till en hög befolkningstillväxt.
- Utsläppsscenario B2: Mer fokus på hållbar utveckling än ekonomisk tillväxt. Ett mer heterogent samhälle med regionala skillnader leder till en hög befolkningstillväxt, dock inte lika hög som i A2.

De globala modellerna har sedan skalats ner till regionala scenarier med de två modellerna RCAO och RCA3. Resultatet är fyra olika nationella klimatklimate scenarier modellerade för perioden 2071-2100: RCAO-HA2, RCAO-HB2, RCA3-EA2 och RCA3-EB2. Samtliga modelleringar använder perioden 1961-1990 som referensperiod. Mer information om de olika scenarierna finns i kapitel 5 av Klimat- och sårbarhetsutredningen.

2.2 Klimatförändringar i Sverige

Sverige påverkas precis som resten av världen av klimatförändringarna. Även om alla förändringar har sin grund i en förhöjd temperatur så yttrar sig förändringarna på många olika sätt. Många av dem kan komma att få en betydande påverkan på Sveriges järnvägar. SMHI har fått i uppdrag av regeringen att med infrastrukturen som grund producera och sprida meteorologiskt, hydrologiskt, oceanografiskt och klimatologiskt beslutsunderlag för samhällsplanering.⁴ De klimatscenarier som hittills tagits fram beskriver översiktligt förändringarna i hela Sverige. De är oftast för grova för att användas vid planerandet av ny järnväg, dock ger de en bra bild av vad vi kan ha framför oss.

2.2.1 Högre temperatur

Under det förra århundradet blev Europa nästan en grad varmare. Det är en större ökning än i resten av världen.⁵ I slutet av århundradet kommer Sveriges årsmedeltemperatur att ha ökat med ytterligare 2,5 till 4,5 grader beroende på vilket regionalt klimatscenario man studerar. Figur 2.2 visar medeltemperaturen under januari och juli under referensperioden 1961-1990, samt hur den förväntas förändras till slutet av seklet beroende på val av utsläppsscenario och regionalt klimatscenario. Den största delen av temperaturökningen kommer att inträffa under vintern. Storleken på temperaturökningen skiljer sig mellan de olika klimatscenarierna men en ökning på mellan 2,8 och 5,5 grader är att vänta. Temperaturökningen under vintern är inte jämnt fördelad över dagarna utan temperaturen ökar mest under de allra kallaste dagarna. Beroende på minskat snö- och istäcke kommer ökningen av vintertemperaturen att vara störst i Svealand och längs Norrlandskusten⁶.

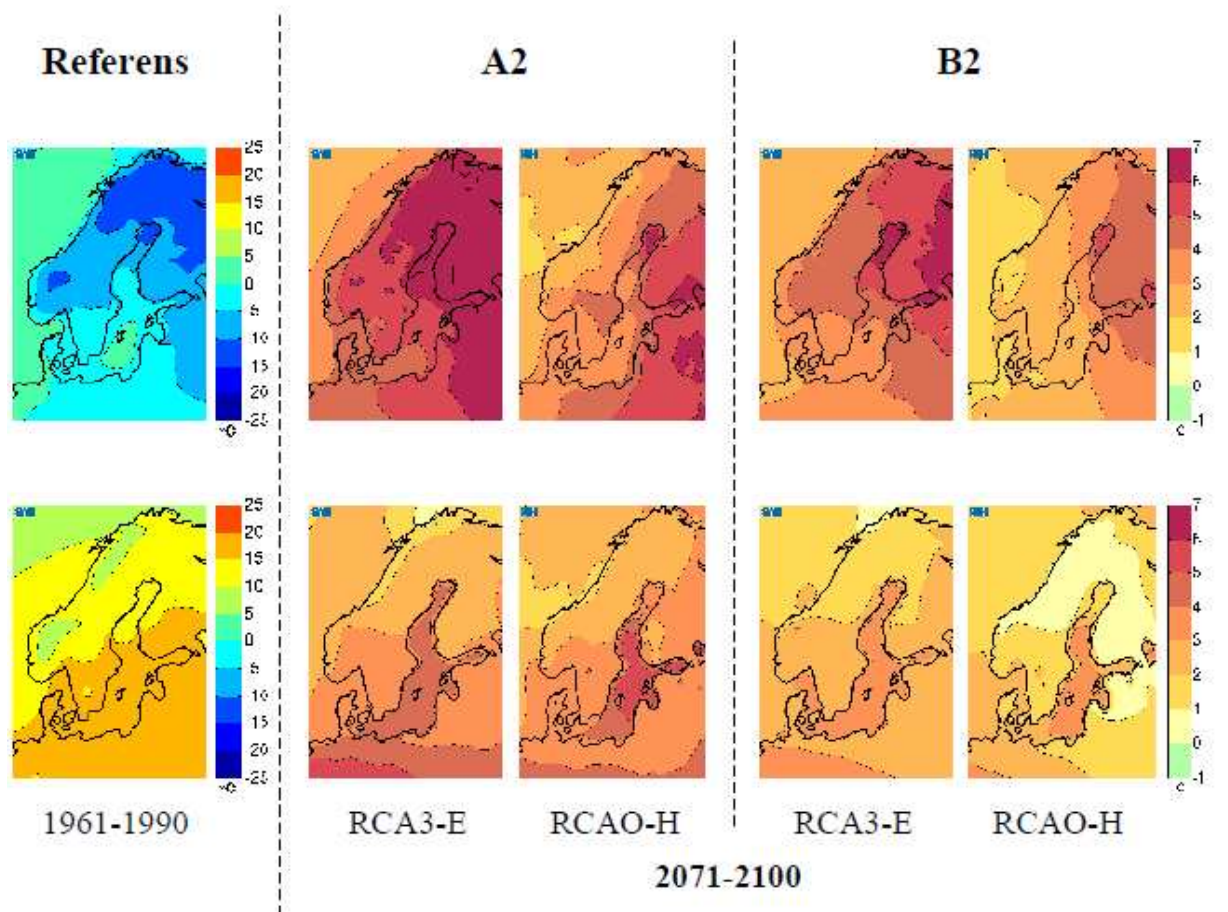
Sommartemperaturen kommer att öka med mellan 2 och 4 grader. Ökningen sker framförallt i södra Sverige och i kustområden. I södra Sverige ökar temperaturen som mest under de varmaste dagarna och de ökar i antal. Förutom den tydliga ökningen av riktigt varma dagar blir även antalet tropiska nätter, alltså dygn då temperaturen inte faller under 20 grader, betydligt mer frekventa.

⁴ Regleringsbrev för budgetåret 2009 avseende Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut.

⁵ EU-kommissionen (2007) s. 5

⁶ Rossby Centre regionala klimatklimate scenarier s. 1

Både under våren och under hösten kommer ökningen av medeltemperaturen att vara större än under sommaren. Temperaturökningen under våren är tydligast i mellersta Sverige, särskilt längs ostkusten. Under hösten sker den största temperaturökningen i norra Sverige.⁷



Figur 2.2. Förändringar av medeltemperaturen i Sverige. Referenskartorna visar medeltemperatur och scenariekartorna visar förändring av medeltemperatur. Övre raden visar temperatur i januari och nedre raden visar temperatur i juli. (Källa: www.smhi.se)

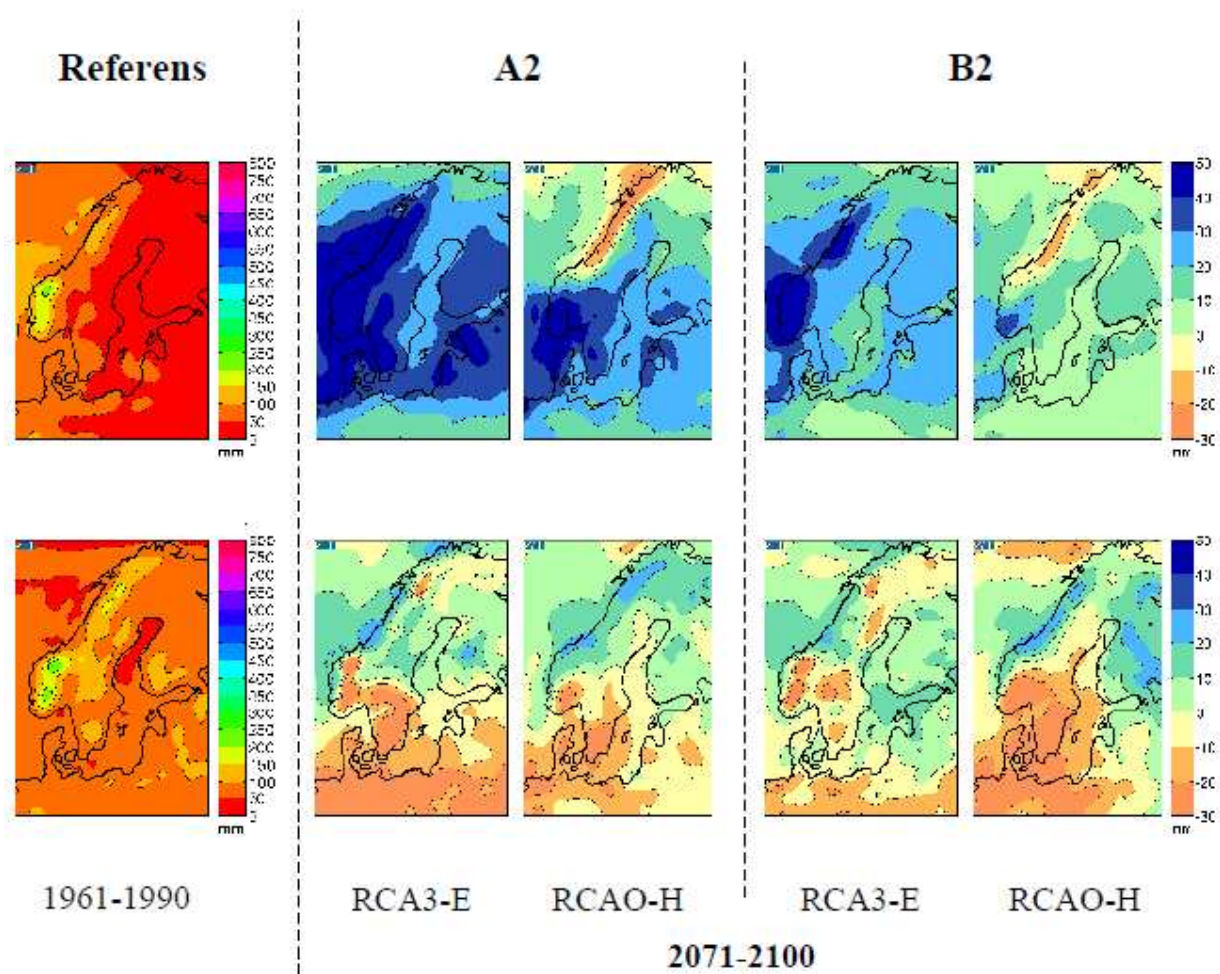
2.2.2 Nederbörd

Nederbörden kommer att variera mycket mellan olika perioder men den långsiktiga ökningen är ändå tydlig. Figur 2.3 visar medelnederbörden under januari och juli under referensperioden 1961-1990, samt hur den förväntas förändras till slutet av seklet beroende på val av utsläppsscenario och regionalt klimatscenario. Nederbördsökningen väntas bli störst i västra Sverige, framförallt under vintern. I slutet av århundradet kan delar av landet få dubbelt så mycket nederbörd under vinterhalvåret jämfört med i dagsläget. En allt större del av nederbörden kommer att falla som regn istället för snö. Snöfall kommer att bli allt ovanligare i hela landet möjligtvis med undantag för Norrlands inland. I Götaland där snöfall är ovanligt redan idag kommer det i stort sett att upphöra. Regnmängderna kommer däremot att öka kraftigt i hela landet.

⁷ Klimat- och sårbarhetsutredningen s. 163

Under sommaren kommer nederbörden att minska längre söderut och öka längre norrut. Var gränsen mellan dessa områden kommer att gå skiljer sig något mellan de olika klimatscenarierna men generellt verkar Götaland bli torrare och Norrland blötare.

Även regnens intensitet kommer att förändras och korta kraftiga skurar bli allt vanligare. Detta gäller både i områden där medelnederbörden minskar och där den ökar. Under sommaren väntas södra Sverige alltså få mindre regn, mer sällan, men i kraftigare skurar. I norra Sverige under sommaren och i hela landet under vintern så kommer det att regna både mer, oftare och intensivare.⁸



Figur 2.3. Förändringar av medelnederbörden i Sverige. Referenskartorna visar medelnederbörd under referensperioden och scenarietkartorna visar förändring av medelnederbörd. Övre raden visar nederbörd i januari och nedre raden visar nederbörd i juli. (Källa: www.smhi.se)

⁸ Klimat- och sårbarhetsutredningen s. 168-174

2.2.3 Havsvattennivåer

När klimatet blir varmare kommer nivån i världshaven att stiga. Detta är till viss del en följd av att glaciärer smälter men framförallt beror det på att havsvattnet utvidgar sig när dess temperatur höjs, så kallad termisk expansion. Denna höjning pågår redan idag med en takt av ca 1-2 mm per år. Enligt SMHI:s klimatscenarier så kommer världshavens medelnivå att stiga med mellan 9 och 88 centimeter fram till år 2100. Om klimatförändringar skulle accelerera avsmältningen av isar vid Grönland och Antarktis skulle detta kunna orsaka ytterligare höjningar då denna faktor inte är inkluderad i den nuvarande prognosen.⁹

Havsnivån i Östersjön och Nordsjön beror inte bara på den globala havsnivån utan även på lokala effekter såsom västvindar och lufttryck. Det är därför sannolikt att höjningen blir mellan 10 och 20 centimeter större kring Sverige. Dessutom kan tillfälliga vattennivåer som är betydligt högre uppstå vid ovanligt kraftiga västvindar och/eller lågtryck.¹⁰

Något annat som är unikt för Skandinavien är den landhöjning som fortfarande pågår som ett resultat av den senaste istiden. På grund av landhöjningen påverkar havsnivåns höjning olika regioner olika mycket. I södra Sverige är landhöjningen obefintlig medan den längs norra östkusten är snabbare än havsnivåns höjning även i det värsta av de olika klimatklimatestimerarna. Södra Sverige kommer därför att påverkas betydligt mer av havsnivåhöjningen än övriga Sverige.¹¹ SMHI har utifrån olika kombinationer av utsläppsscenarier, globala klimatscenarier och regionala klimatscenarier utformat ett lågt, ett medelhögt och ett högt scenario som visar hur havsvattennivån längs Sveriges kuster kan komma att förändras, se figur 2.4.¹²

Översvämningseffekter i kustområden kan orsakas eller förstärkas av kraftig pålandsvind som driver in vattenmassor över land. I och med klimatförändringar och en förändrad havsnivå så kan hundraårsvattenståndet förväntas bli högre. Hur hundraårsvattenstånden kommer att förändras skiljer sig mellan det låga, medelhöga och höga scenario som SMHI utformat. I södra Sverige där det inte pågår någon landhöjning kan hundraårsvattenståndet förbli oförändrat enligt ett scenario eller öka med upp till en meter enligt ett annat, se figur 2.5.¹³

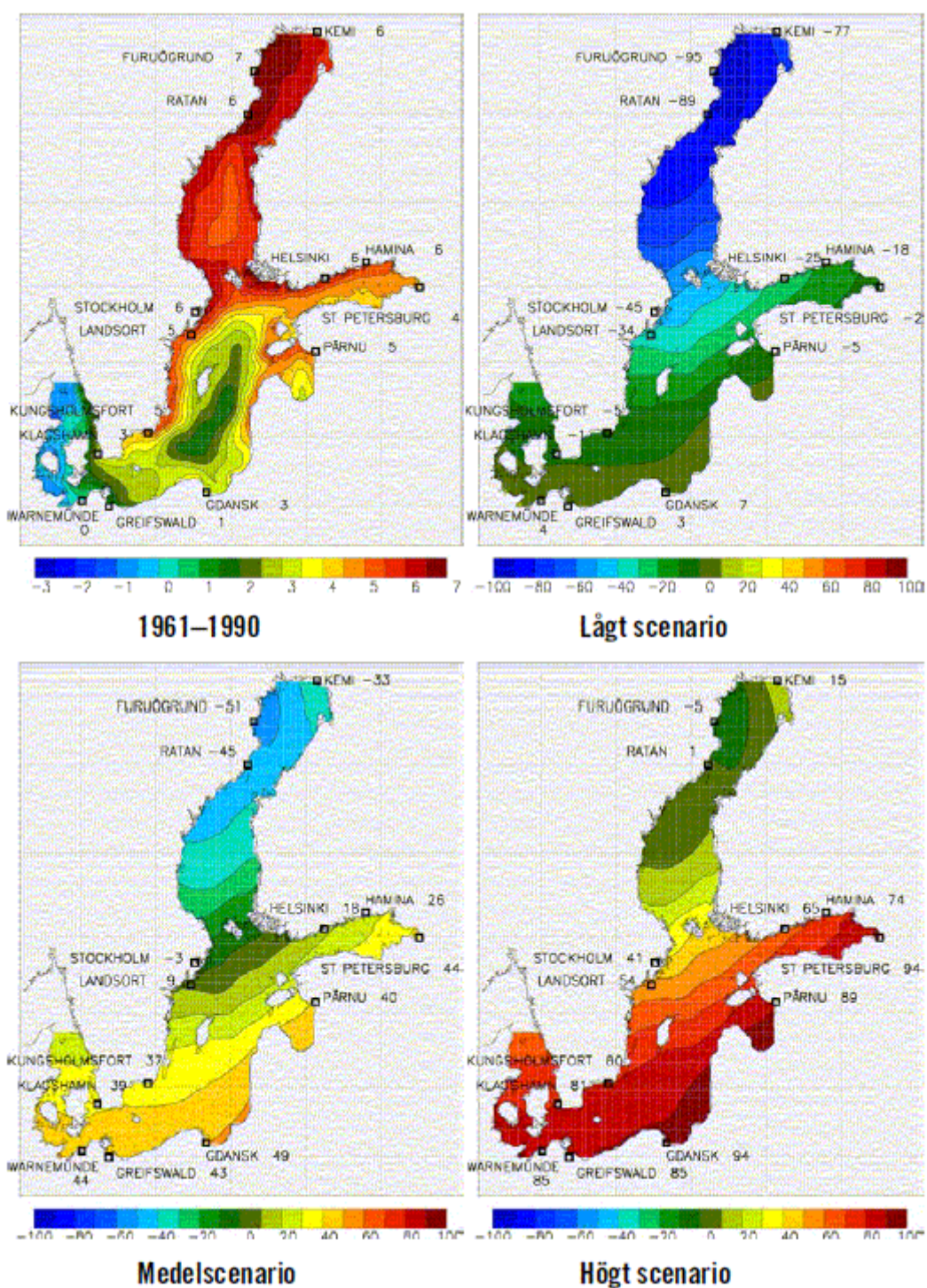
⁹ Alm m.fl. (2006). s. 20

¹⁰ Klimat- och sårbarhetsutredningen s. 141

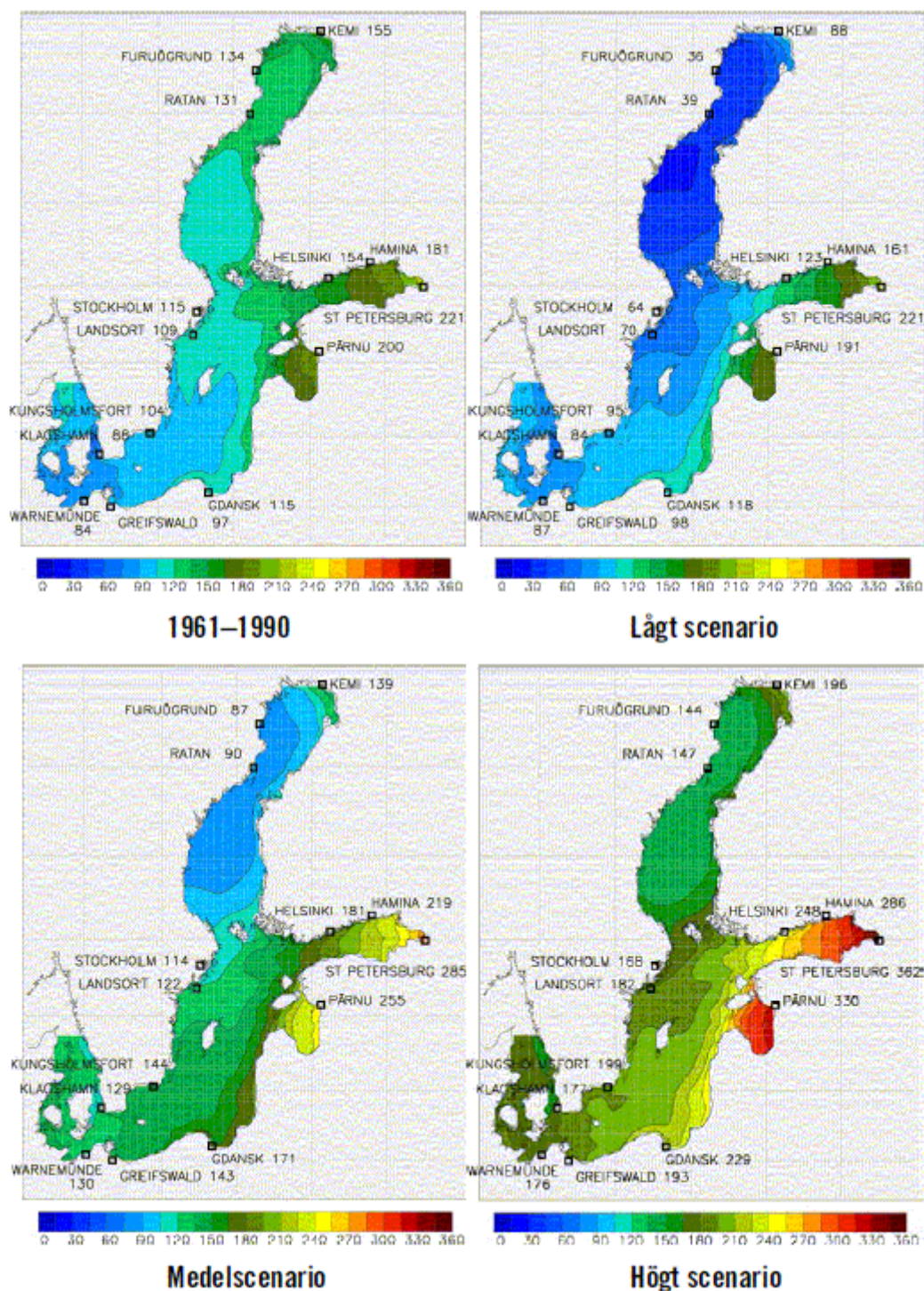
¹¹ Rankka m.fl. (2005). s. 19

¹² Alm m.fl. (2006). s. 20

¹³ Alm m.fl. (2006). s. 22



Figur 2.4. Medelvattenstånd under vintertid i dagens klimat (1961-1990) samt i ett lågt, ett medelhögt och ett högt scenario (2071-2100). Nivåerna är angivna i cm över medelvattenståndet för referensperioden (1903-1998). (Källa: Alm m.fl. 2006)



Figur 2.5. 100-årsvattenstånd i dagens klimat (1961-1990) samt i ett lågt, ett medelhögt och ett högt scenario (2071-2100). Nivåerna är angivna i cm över medelvattenståndet för referensperioden (1903-1998). (Källa: Alm m.fl. 2006)

2.2.4 Vindstyrka

När det gäller vindstyrka skiljer sig de olika klimatscenarierna något från varandra. I de regionala klimatscenarier som är baserade på den tyska modellen, RCA3-EA2 och RCA3-EB2, beräknas vindstyrkan under vinterhalvåret öka med mellan 7 och 13 procent. Enligt de regionala klimatscenarier som är baserade på den brittiska modellen, RCAO-HA2 och RCAO-HB2, sker liknande förändringar sommartid med något ökade vindar kring Östersjön orsakade av den förhöjda ytemperaturen. I dagsläget är resultaten för otydliga för att de ska kunna utgöra ett robust underlag för åtgärder. I och med att arbetet med att utveckla klimatscenarierna fortskrider skulle detta dock kunna ändras.¹⁴

2.2.5 Andra faktorer

Det finns flera andra klimatförändringar och effekter som skulle vara intressanta och relevanta att studera. Dock saknas robusta och mer enstämmiga klimatscenarier för hur de kommer att utvecklas. Bland dessa finner man till exempel hur ofta temperaturen pendlar mellan plus- och minusgrader, frostbildning, förekomsten av åska, hagel, skogsbränder etcetera.

IPCC har nu påbörjat arbetet med IPCC Fifth Assessment Report: Climate Change 2014.¹⁵ Som titeln antyder planeras rapporten vara färdig 2014. Möjligtvis kan denna nya rapport komma att innehålla information som gör mer detaljerade och robusta klimatscenarier möjliga.

2.3 Hur klimatförändringar påverkar järnvägen

Det intressanta ur järnvägsperspektiv är egentligen inte hur klimatet förändras utan vad detta får för effekter för järnvägen. Ett antal faktorer kan urskiljas som kan komma att påverka järnvägen i relativt stor utsträckning. Det rör sig inte om några nya företeelser utan om händelser som inträffar redan idag men som förväntas inträffa med förändrad frekvens och på fler ställen i framtiden. Man kan här använda sig av begreppen naturhändelse och naturolycka. En naturhändelse är när ett område i naturen genomgår en omfattande förändring under en begränsad tidsperiod, exempelvis ett jordskred eller en översvämning. När en naturhändelse leder till negativa effekter för en mänsklig verksamhet, i detta fall järnvägen, så kallas det för en naturolycka. De naturhändelser som tydligast kommer att påverka järnvägen är översvämningar, en förändras kustlinje samt erosion, ras, skred och slamströmmar. Till viss

2.3.1 Översvämning

Om mängden nederbörd i Sverige ökar kommer både reglerade och oreglerade älvar att påverkas. Kraftig och långvarig nederbörd innebär högre flöden med risk för översvämning och erosion i de oreglerade vattendragen. I de reglerade vattendragen fungerar vattenmagasin vanligtvis som buffertzoner som jämnar ut förändrade flöden. Ökade nederbördsmängder kommer dock att innebära att magasinerna är fyllda i större utsträckning och därmed försvinner den utjämnande effekten. Reglerandet av ett vattendrag innebär ofta en avvägning mellan att skapa översvämningar uppströms eller erosion och eventuellt översvämningar nedströms.

Även ökade temperaturer påverkar vattenflöden i stor utsträckning. I dagsläget ligger stora delar av nederbörden under vintern kvar i form av snö och is. När temperaturerna ökar, och då

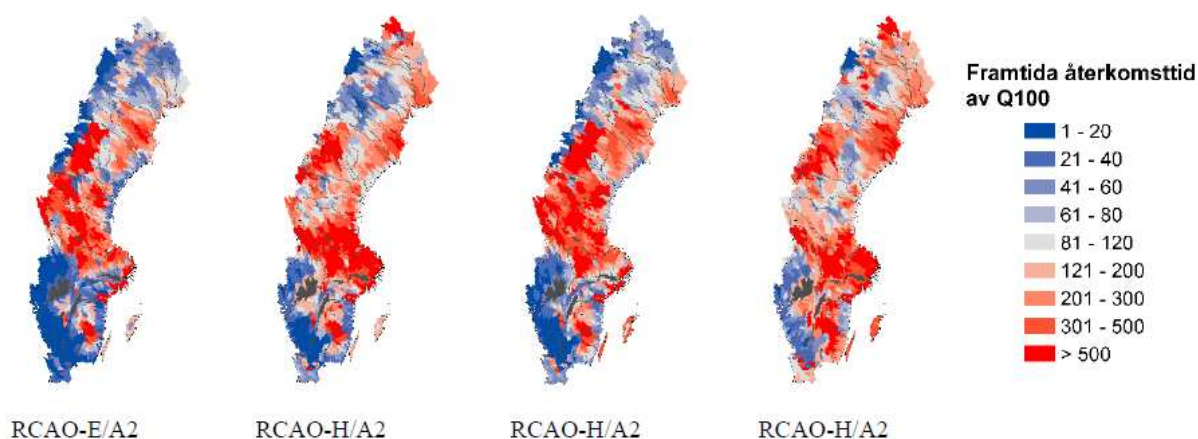
¹⁴ Rossby Centre regionala klimatklimatestimer s. 2

¹⁵ www.ipcc.ch

särskilt under vintern, kommer allt mer av vinterns nederbörd att falla som regn och allt mindre av den att frysa till is. Detta leder till att vårflo den blir mindre och kommer tidigare medan flöden under höst och vinter kommer att bli kraftigare. En förhöjd havsnivå kommer även att påverka flödet i vattendrag som mynnar ut i havet.¹⁶

Vid dimensionering av en konstruktion som kommer att påverkas av vattenflöden används ofta begreppet återkomsttid. Det används för att beskriva hur höga flöden konstruktionen sannolikt kommer att utsättas för. Återkomsttid kan beskrivas så här: Med en händelses återkomsttid menas att den inträffar eller överträffas i genomsnitt en gång under denna tid. Det innebär att sannolikheten för exempelvis ett 100-årsflöde är 1 på 100 för varje enskilt år. Eftersom man exponerar sig för risken under flera år blir den ackumulerade sannolikheten avsevärd. För ett hus som står i 100 år i ett område som endast är skyddat mot ett 100-årsflöde, är sannolikheten för översvämningar under denna tid hela 63 %. Detta är skälet till att man för större dammar ofta sätter gränser vid, eller till och med bortom 10 000- årsflödet. Då blir ändå sannolikheten under 100 års exponering ca 1 %.¹⁷ Uttrycket återkomsttid kan inge en falsk trygghet eftersom det antyder att en viss period förflyter mellan dessa händelser. I realiteten så anges bara sannolikheten för att en händelse ska inträffa under ett enda år.

I slutet av århundradet beräknas de höga flödena bli betydligt vanligare i västra Götaland, västra Svealand, nordöstra Götaland samt delar av fjällen. Enligt SMHI:s klimatscenarier kan de nivåer som idag utgör hundraårsflöden då ha en återkomsttid på tio till tjugo år i delar av landet. Hur kraftigt dagens hundraårsflöde är skiljer sig mycket mellan olika delar av landet. Kartorna nedan, se figur 2.6, visar hur ofta den nivå som idag betraktas som hundraårsflöde förväntas återkomma i framtiden.¹⁸



Figur 2.6. Återkomsttiden för dagens hundraårsflöde i slutet av seklet (2071-2100). Röd färg visar längre återkomsttid och blå färg visar kortare återkomsttid. (Källa: Alm m.fl. 2006)

2.3.2 Förändrad kustlinje

När havsytans nivå höjs riskerar områden i framförallt södra Sverige att hamna under vatten. I och med att medelvattennivån höjs så kommer även tillfälligt höjda vattenstånd att nå allt längre in över land. Kustlinjen kommer att förflyttas utåt längs Bottenhavet och Bottenviken medan delar av västkusten och ostkusten upp till mälaren kommer att läggas under vatten. Städer som ligger nära kusten eller i havsvikar ligger i riskzonen för att översvämmas. Detta

¹⁶ Rankka m.fl. (2005). s. 17

¹⁷ Bergström m.fl. (2006).

¹⁸ Alm m.fl. (2006). s. 16-18.

resulterar i att markområden som idag anses ha goda marginaler mot översvämning från havet kan komma att hamna i riskzonen.

2.3.3 Erosion

Den nötning som vatten, is eller vind utsätter det omgivande materialet för kallas erosion. Vid erosion avlägsnas partiklar från underlaget och transporteras bort. För att erosion ska inträffa krävs dels att underlaget är tillräckligt känsligt för att partiklar ska kunna lösgöras, dels att det flödande vattnet håller tillräckligt hög hastighet för att transportera bort partiklarna. När de krafter som vattnet utsätter underlaget för är större än de krafter som håller samman det så uppstår erosion. Såväl regn, strömmande vatten och vågor i sjöar och hav kan orsaka erosion. Det är en naturlig och ständigt pågående process som kontinuerligt förändrar landskapet. Problemen uppstår när erosion sker på platser där mänskliga aktiviteter drabbas. Detta kan röra sig om bostäder, industri, kraftproduktion och infrastruktur.

Klimatförändringarna kommer i många delar av Sverige innebära mer regn och intensivare regn i kombination med varmare väder. Mark som varit torr länge blir sämre på att ta upp vatten. När det väl regnar så rinner en större andel av regnet bort och spolar med sig mer partiklar. Vid kraftigare regn bildas oftare små rännilar och forsar på marken som också tenderar att spola bort mer partiklar.

Regn kan på många sätt komma att påverka graden av erosion i Sverige. På det mest direkta sättet genom att marken som regnet faller på utsätts för erosion. När regnvattnet rinner över sluttande mark drar den med sig partiklar. Denna process blir som tydligast om sluttningen består av sand eller silt. En stor del av regnet kommer sedan att rinna ut i ett större vattendrag. När vattennivån höjs och flödet ökar i detta vattendrag så kommer dess stränder och områden som inte tidigare låg under vatten att utsättas för erosion. I större sjöar kan kraftiga vindar ge upphov till vågor och därmed utsätta stränderna för erosion.

Erosion är vanligast i sluttningar och vid vattendrag. För att erosion ska uppstå i en sluttning bör underlaget bestå av siltig eller sandig morän eller finkorniga sediment. Sådana slänter återfinns i hela landet vid dalgångar och fjällsluttningar. De är även vanliga vid sjö- och kustområden vilket ytterligare späder på den eroderande effekt som vattnet utsätter strandlinjen för.¹⁹

2.3.4 Jordskred, ras och slamströmmar

Ökad och intensivare nederbörd över stora delar av Sverige kommer att påverka markens stabilitet på många olika sätt. Då vatten absorberas av marken så ökar trycket i porerna och partiklarnas direktkontakt med varandra minskar, detta leder till att markens bärighet försämras. Större mängder vatten bundet i marken, höjda grundvattennivåer och ökade flöden leder samtliga till att risken för ras, skred och slamströmmar och erosion ökar. De områden i Sverige där skred, ras och slamströmmar är vanligast i dagsläget är också de områden som kommer att få betydligt större mängder nederbörd i framtiden. Detta gäller västra och norra Sverige.²⁰

¹⁹ Rankka m.fl. (2005). s. 12-16

²⁰ Fallsvik m.fl. (2007). s. 14-20



Figur 2.7. Ras i Jämtland 2006. (Källa: www.svt.se)

Även grundvattennivåer påverkar markens stabilitet. De metoder som finns för att förutsäga framtida grundvattennivåer är inte tillräckliga för att kunna generera några detaljerade klimatscenarier, dock kan översiktliga förändringar av variationsmönstret under året uttydas. I norra Sverige kommer vinterns lågvatten att bli högre, vårens högvatten lägre och sensommarens lågvatten lägre. Sammantaget betyder detta att variationsvidden under året minskar. I södra och mellersta Sverige leder istället högre grundvattennivåer vintertid och lägre eller oförändrade nivåer sommartid till att variationsbredden under året ökar.²¹

Studier som genomförts vid Indalsälven och Göta älv visar att vid dessa platser kommer stabiliteten att försämrats på grund av klimatförändringar. Kombinationen av höjd grundvattennivå, höjt portryck och ökad erosion leder till att slänter som i dagsläget är stabila kommer att bli instabila och slänter som redan i dagsläget är instabila kommer att bli än mer instabila.²²

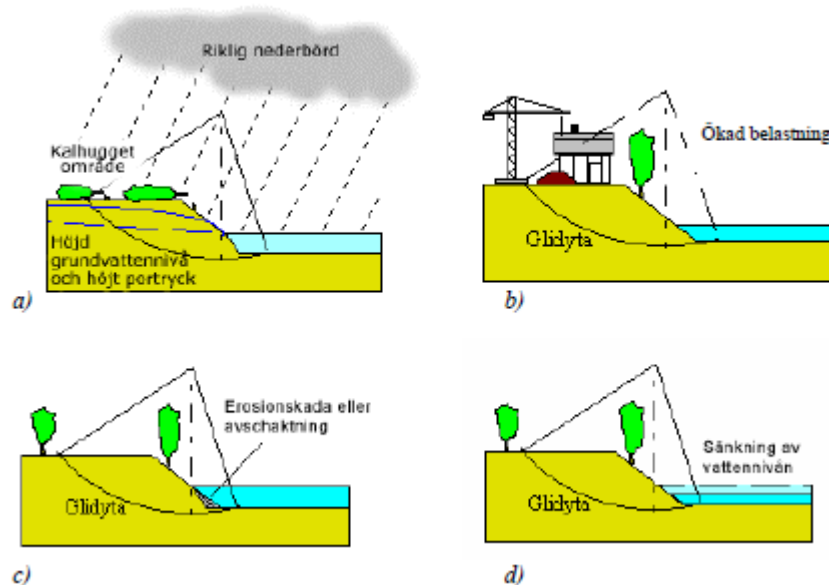
Stabilitet i slänter

En slänts stabilitet påverkas av många olika faktorer. Släntens höjd och lutning, jordlagrens hållfasthet och tyngd samt markens grundvattennivå och portryck spelar en avgörande roll, se figur 2.8. Belastning ovanför slänten och erosion eller annan påverkan vid släntfoten tillhör de yttre faktorer som kan påverka stabiliteten. De klimatrelaterade faktorer som kan påverka hållfastheten kan alla härledas till ökad nederbörd: erosion, förändringar av vattennivåer i vattendrag, förändrade portryck samt förändrade grundvattennivåer. Ligger slänten i anslutning till ett vattendrag så är detta avgörande för släntens stabilitet. Trycket från vattenmassan fungerar som en stabiliserande motvikt mot trycket från slänten. Vid långvarig nederbörd kan såväl portrycket i slänten som nivån i vattendraget öka. Om vattennivån sedan sjunker snabbare än portrycket kan obalansen bli för stor och slänten rasa ner i vattendraget. Ökad nederbörd kan även leda till ett kraftigare flöde i vattendraget och därmed bidra till ökad erosion vid släntfoten vilket ytterligare ökar risken för skred eller ras.²³

²¹ Rodhe m.fl. (2007). s. 27

²² Hultén m.fl. (2005). s. 30-38

²³ Hultén m.fl. (2005). s. 20



Figur 2.8. Exempel på orsaker till försämrad stabilitet. (a) höjda grundvattennivåer/portryck, (b) yttre belastning, (c) erosion, (d) sänkning av vattennivå. (Källa: Hultén m.fl. 2005)

Skillnaden mellan ett ras och ett skred är inte alltid helt uppenbar. Ett skred inträffar ofta i finkorniga jordar då en sammanhängande jordmassa kommer i rörelse och hasar nerför sluttningen. Ett ras består av block, stenar, grus- eller sandpartiklar som rör sig fritt från varandra. Ras inträffar ofta i bergväggar, grus- och sandbranter.²⁴

En slänts stabilitet brukar beskrivas med säkerhetsfaktorn F . Säkerhetsfaktorn kan sammanfattas med att den beskriver förhållandet mellan de krafter som håller slänten samman och de som belastar den. Är säkerhetsfaktorn större än 1 betraktas slänten som stabil, är den 1 eller mindre betraktas den som instabil.²⁵ Slänter som inte utsatts för mänskliga ingrepp tenderar att med tiden ligga väldigt nära gränsvärdet $F=1$. Det vill säga att de är precis tillräckligt stabila för att inte rasa, men inte mycket mer. Det krävs därför inte speciellt stora förändringar i nederbörd för att många sluttningar ska bli instabila.²⁶

Slamströmmar

I brant terräng kan kraftig nederbörd leda till att sten, jordmassor och träd dras med och bildar en slamström när vattnet strömmar nedför sluttningen. På grund av massornas tyngd, hastighet och den erosion som uppstår, kan slamströmmar orsaka stor förstörelse. Slamströmmar följer ofta tidigare bäckfåror eller raviner och så länge rörelseenergin är tillräckligt hög så dras mer material med längs vägen. Storleken på en slamström avgörs av mängden vatten och dess hastighet samt tillgången till löst material som kan dras med av vattnet.

I Sverige så är slamströmmar speciellt vanliga i fjällen. Platser med ökad risk för slamströmmar är just bäckfåror, raviner, förkastningsbranter och branta moränslänter. Orsaken är intensiva regn, ofta i kombination med snösmältning.²⁷

²⁴ www.sgu.se/sgu/sv/samhalle/risker/skred_s.htm

²⁵ Hultén m.fl. (2005), s. 20

²⁶ Hultén m.fl. (2005), s. 44

²⁷ Fallsvik m.fl. (2007), s. 20-22

De ökningar av nederbörd som vi står inför kommer att leda till högre flöden i de kritiska områdena. Regnen kommer även att bli betydligt kraftigare och därmed ökar både risken för, och storleken på, slamströmmar.²⁸

2.3.5 Andra effekter

Banverket bedömer att risker förknippade med förändringar av nederbörd och höga flöden är mest relevanta att beakta i arbetet med klimatanpassning.²⁹ Klimatförändringar förväntas dock påverka järnvägen på många andra sätt, både positiva och negativa.

Negativa effekter:

- Växlar som blockeras av nedfallande is på grund av mer nedisning.
- Ledningar som havererar på grund av kraftigare vind och eventuellt mer nedisning
- Ökad växtlighet och större förekomst av lövträd leder till större mängder humus och därmed problem med ballastrening och avvattningsanläggningar.
- Styrsystem och kraftelektronik kan slås ut av mer frekvent åska
- Varmare väder kan ge upphov till fler solkurvor
- Fler stormfällda träd på grund av kraftigare vind och mindre tjäle (åtgärdas redan idag genom trädsäkring längs stambanorna)

Positiva effekter

- Färre rälsbrott på grund av kyla
- Färre förseningar på grund av snöstormar

Anledningen till att dessa risker inte bör prioriteras är att dels att klimatscenarierna för dessa händelser är osäkra, dels att konsekvenserna av dem inte är lika allvarliga.

2.4 Klimatrelaterat faktaunderlag

För att kunna arbeta med klimatanpassning krävs information om hur förutsättningarna för drift av järnväg kommer att förändras. I detta avsnitt presenteras den information om klimatförändringars påverkan på järnvägssystemet som identifierats under arbetets gång och som bedömts vara användbar i arbetet med klimatanpassning.

2.4.1 Klimatklimatestimer

Det är viktigt att materialet som presenteras för allmänheten är lätt att ta till sig. När man arbetar med klimatanpassning är det generellt mer intressant att veta hur järnvägen påverkas rent praktiskt av klimatförändringar än hur själva klimatet förändras. Trots detta kan det finnas ett värde i att översiktligt beskriva hur regionens klimat kommer att förändras för att skapa grundförståelse för problematiken. På SMHI:s klimatanpassningsportal finns

²⁸ Hultén m.fl. (2005). s. 39-41

²⁹ Klimat- och sårbarhetsutredningen. S.211

information och kartor som visar hur Sveriges olika län kommer att påverkas.³⁰ Till skillnad från de nationella klimatscenarier som finns är de länsvisa klimatscenarierna endast beräknade med en modell, RCA3-ECHAM4/OPYC3. Beräkningarna är som tidigare gjorda utifrån utsläppsklimatscenarierna A2 och B2. Enligt klimat- och sårbarhetsutredningen så är huvuddragen i de regionala klimatscenarierna tillräckligt robusta för att användas som planeringsunderlag i arbetet med klimatanpassning.³¹

2.4.2 Förändrad kustlinje

Även om det finns scenarier som visar hur havsnivån kring Sverige förväntas förändras så är inte denna alltid användbar. Betydligt intressantare är att se hur den höjda vattennivån påverkar kustlinjen. För att göra detta behövs detaljerad topografisk information om kustområdena. Det material som hittills använts för att analysera konsekvenserna av en höjd havsnivå är Lantmäteriets databas GSD-Höjddata. Trots att det är den mest detaljerade informationen som finns så är det långt ifrån tillräckligt. Höjdmodellen utgörs av ett rutnät med 50 meter mellan punkterna och ett medelfel i höjdled på 2,5 meter.³² På grund av behovet av mer detaljerad höjdinformation har Lantmäteriet påbörjat arbetet med att ta fram en ny nationell höjdmodell. Genom att laserskanna hela landet med flygplan bygger de upp en höjdmodell med 2 meter mellan punkterna och ett medelfel i höjdled på max 0,5 meter. Arbetet påbörjades sommaren 2009 och hela datamodellen beräknas vara färdig 2016. Höjddata kommer dock att göras tillgängligt successivt under projektets gång. Med hjälp av detta material kommer en förändrad havsnivås inverkan på ett kustområde att kunna studeras mer ingående.³³

2.4.3 Översvämning

MSB, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, har tillsammans med SMHI tagit fram kartor som är användbara även om de är framtagna utan hänsyn till Klimatförändringar, se figur 2.9. De har bland annat genomfört en översvänningskartering som visar 100-årsflöde och dimensionerande flöde för många svenska vattendrag.³⁴ Hittills har 820 mil fördelat på 61 vattendrag samt Väner och Vättern karterats.³⁵ Detta material finns tillgängligt på MSB:s hemsida.

³⁰ www.smhi.se/klimatanpassningsportalen/klimatet-forandras

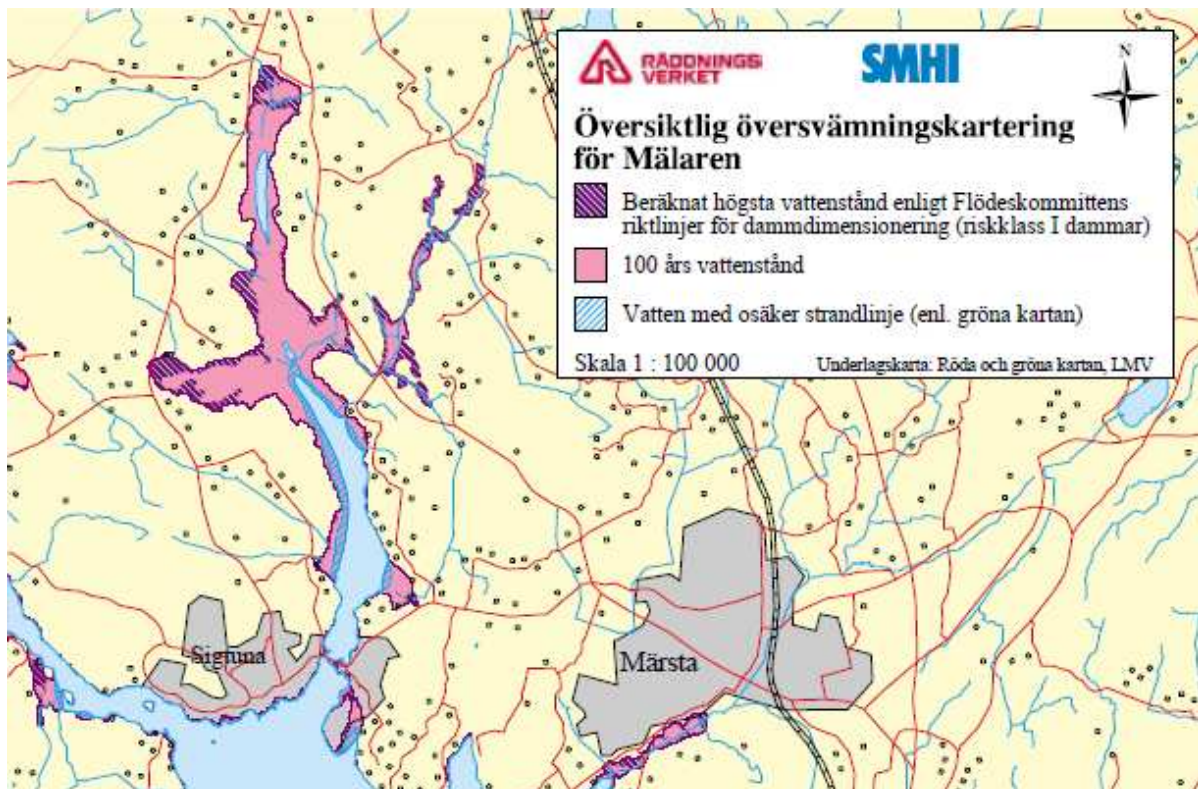
³¹ Klimat- och sårbarhetsutredningen s. 638

³² Klimat- och sårbarhetsutredningen s. 543-544

³³ www.lantmateriet.se/templates/LMV_Page.aspx?id=15128

³⁴ www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor--klimat/Oversiktlig-oversvamningskartering

³⁵ Se bilaga 1 för lista över översvänningskarterade vattendrag



Figur 2.9. Exempel på översiktlig översvämningsskartering av Mälaren (Källa: www.msb.se)

I kombination med SMHI:s flödesklimatscenarier, se figur 2.6, kan man översiktligt avgöra om ett område ligger i riskzonen för översvämning och om översvämningar kan förväntas bli mer frekventa i framtiden. Om det aktuella området inte nås av översvämning ens vid dimensionerande flöde kommer området sannolikt att drabbas av översvämningar ytterst sällan även i framtiden.

MSB har ålagts att genomföra en ny översvämningsskartering som även tar hänsyn till klimatförändringar.³⁶ För att kunna genomföra denna mer detaljerade kartering kommer MSB att använda sig av det material som Lantmäteriet tar fram i den nya nationella höjdmodellen.

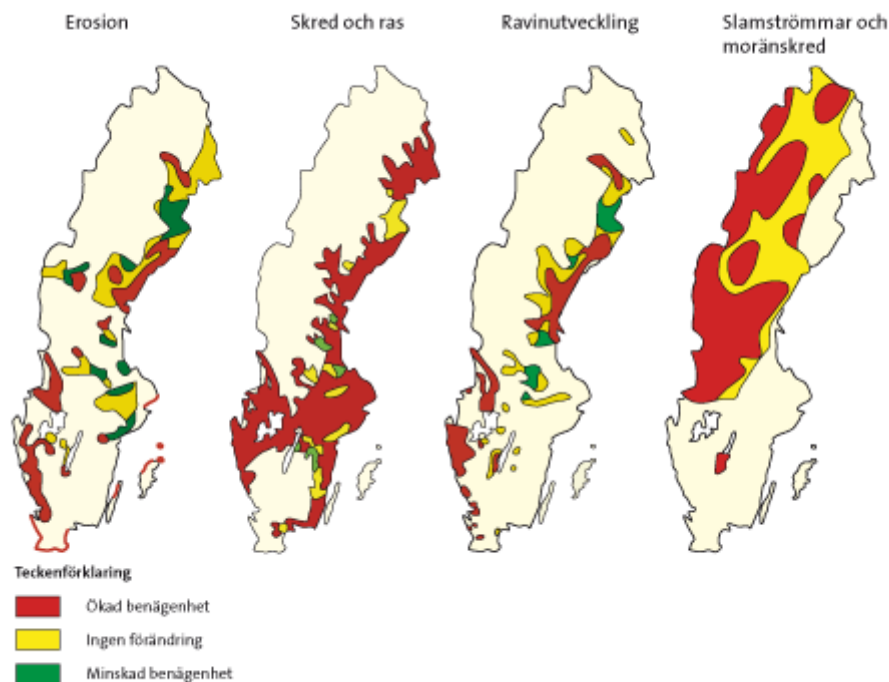
I projektet Framtidens översvämningssrisker har SMHI modellerat framtida vattennivåer i Mälaren, Hjälmaren och Vänern utifrån de olika klimatklimatscenarierna. Även om ingen undersökning av översvämningssutbredning kring vattendragen gjorts så innehåller slutrapporten information om hur medelnivåer och höga flöden förväntas förändras.

2.4.4 Stabilitet

MSB har tagit fram några mycket översiktliga kartor som beskriver hur förutsättningarna för erosion, skred och ras, ravinutveckling samt slamströmmar och moränskred kan komma att förändras, se figur 2.10. Kartorna är framtagna genom att kombinera kartor som beskriver jordarter, topografi, historisk förekomst av de aktuella naturhändelserna, förändring av nederbörd och förändring av flöden.³⁷

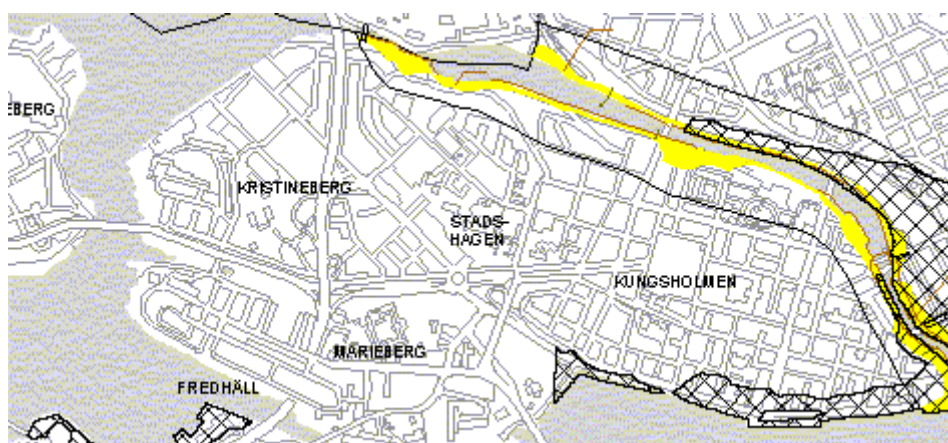
³⁶ Försvarsdepartementet (2009)

³⁷ Alm m.fl. (2006). s. 51-63



Figur 2.10. Klimatförändringens inverkan på jordrörelser 2071-2100 jämfört med perioden 1961-1990. (Källa: www.msb.se)

MSB i samarbete med Lantmäteriet och Sveriges Geologiska Institut (SGI) arbetar kontinuerligt med att kartlägga stabilitetsförhållanden i bebyggda områden. Dessa kartor syftar till att översiktligt visa vilka områden som inte kan klassas som stabila, se figur 2.11. Stabilitetskartorna överlämnas efter färdigställande till berörd kommun som uppmuntras att ytterligare undersöka området. De kartor som tagits fram finns tillgängliga som offentlig handling hos kommunen ifråga och kommer under våren 2010 även att göras tillgängliga på MSB:s hemsida.



Figur 2.11. Exempel på stabilitetskarta över Stockholm (Källa: www.map.stockholm.se)

I ett antal svenska kommuner har SGI genomfört inventering och kartläggning av stranderosion. I de aktuella kommunerna har kända erosionsområden samt förutsättningar för

stranderosion längs kust och större vattendrag undersökts, se figur 2.12. Samtliga kartunderlag presenteras i rapporten Omfattning av stranderosion i Sverige. Undersökningen har inte tagit hänsyn till klimatförändringar men kan ändå användas som en indikation på vilka områden som kan vara kritiska.³⁸



Figur 2.12. Kartläggning av erosionsförhållanden i Motala. Röda markering visar områden som är utsatta för erosion. (Källa: Rydell m.fl. 2006)

Förutom det material som presenterats kan kommuner ha genomfört undersökningar av exempelvis geologiska eller hydrologiska egenskaper i ett område. Dessa handlingar är offentliga och ofta tillgängliga via Internet.

³⁸ Se bilaga 2 som visar karta över undersökta områden.

3. Riskhantering och klimatanpassning

Arbetet med att skapa en klimatanpassad järnväg är i stort en fråga om att hantera risker. Att försöka förutse de risker som ett förändrat klimat innebär för järnvägen och att i bästa möjliga mån förhindra att de leder till tillbud. Om riskhanteringen är en del av planeringen av ny järnväg så ökar chanserna för att bibehålla en fungerande anläggning. I detta kapitel presenteras dels hur riskhantering kan gå till, dels hur Banverkets nuvarande planeringsprocess ser ut. Dessa båda ramverk ligger till grund för den fallstudie som genomförts och som presenteras i kommande kapitel.

3.1 Riskhantering

Målet för med klimatanpassning i planeringsskedet, precis som i varje riskhanteringsprocess, är att tillhandahålla en helhetsbild som beskriver alla risker samt hur de kan åtgärdas. Genom att urskilja de viktigaste riskerna och genomföra riskreducerande åtgärder kan tillbud undvikas. Det finns ett stort antal metoder för riskanalys som används i olika skeden och inom olika verksamheter. Den modell som presenteras nedan är en generell modell som inom ämnesområdet klimatanpassning bör vara användbar i planeringsfasen.³⁹

I det första steget av riskhanteringen är målsättningen att samtliga risker ska identifieras. Även om det i realiteten kan vara mycket svårt bör detta vara ambitionen då de risker som inte identifieras i detta skede inte heller kan analyseras i senare skeden. Identifierandet av risker kan ske utifrån prognoser, undersökningar och tidigare erfarenheter. En bra riskidentifiering är tydlig, strukturerad och fokuserar på viktiga problem.

I Räddningsverkets Handbok för riskanalys poängteras att följande typer av händelser ska identifieras under riskidentifieringen:

1. Händelser som har inträffat inom egen eller annan liknande verksamhet.
2. Uppenbara händelser med tanke på verksamhetens karaktär.
3. Händelser som kan härledas från punkt 1 och 2 ovan.
4. Enkla kombinationer av separata händelser

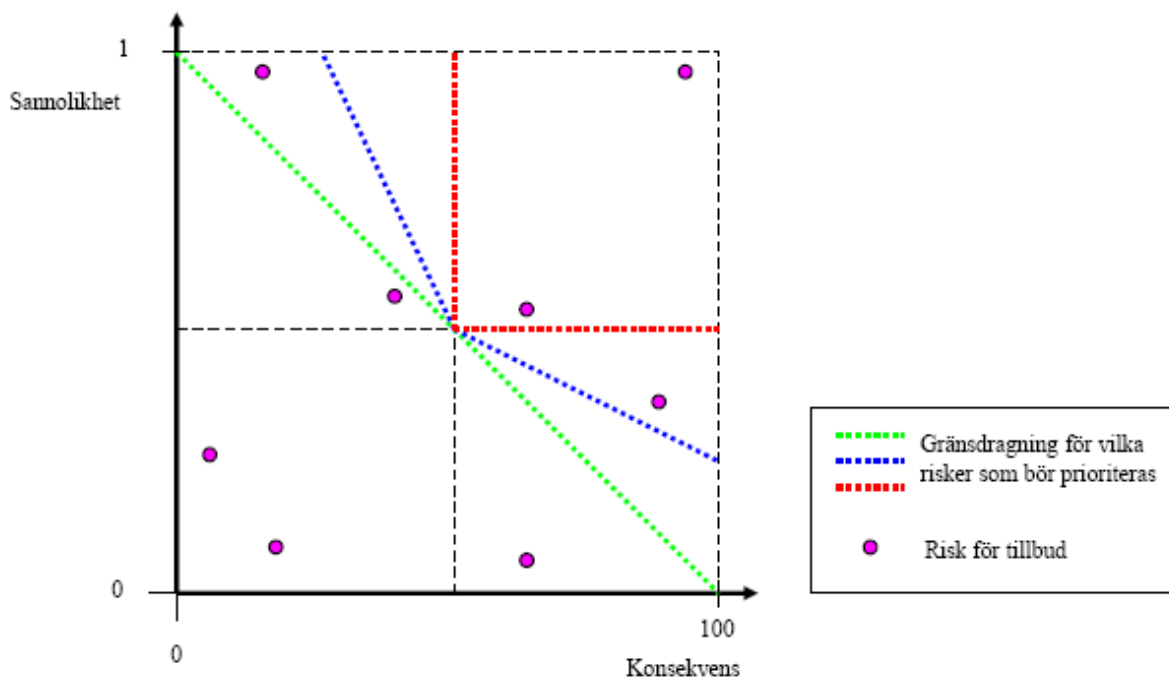
Medan följande typ av händelser bör identifieras under riskidentifieringen:

5. Komplexa kombinationer av händelser som tidigare ej inträffat.
6. Identifierade händelser som förhindras av system, operationella rutiner och underhåll.
7. Potentiella händelser, identifierade genom systematiskt ifrågasättande av systemets användning och funktionskrav.

När så många risker som möjligt identifierats ska dessa analyseras. Vissa risker bör kunna avskrivas i ett tidigt skede medan andra kräver ytterligare utredning längre fram i arbetet. En risk definieras ofta som en sammanvägning av sannolikheten för att en negativ händelse ska inträffa och konsekvensen av denna händelse.⁴⁰ Ett diagram liknande det nedan, se figur 3.1, tydliggör hur dessa två storheter förhåller sig till varandra.

³⁹ Grimvall m.fl. (2007). Kap. 14

⁴⁰ Räddningsverket. (2003). Kap. 3



Figur 3.1 Sannolikhet för ett tillbud kontra konsekvensen av det. Varje aktör måste dra gränsen för vilka risker som bör prioriteras.

Sannolikheten för att en händelse ska inträffa kan uppskattas genom exempelvis statistisk analys, logiska modeller eller expertbedömningar, allt beroende på hur mycket information som finns tillgänglig. Efter att ha uppskattat sannolikheten för en risk återstår att uppskatta konsekvenserna. Det kan röra sig om skador på exempelvis personer, miljö eller ekonomi. I bägge fallen beror metoden på tillgången till data. En god tillgång till data innebär bättre möjligheter för kvantitativa metoder, medan en sämre tillgång till data bäddar för mer kvalitativa metoder.⁴¹

Är både sannolikheten för, och konsekvensen av, en händelse väldigt liten så kan risken betraktas som ej betydande. Som motsats gäller att om både sannolikheten för, och konsekvensen av, en händelse är stor så kan risken betraktas som betydande. Svårigheterna inträder när risker som ligger i gränslandet däremellan ska analyseras. Det är då upp till varje aktör att bedöma var gränsen för vilka risker som ska betraktas som betydande ska dras. De risker som betraktas som betydande behöver åtgärdas. Om någon av storheterna närmar sig ett tänkt maxvärde anses risken ofta värd att åtgärdas. Här kan rimlighetsprincipen tillämpas: om kostnaden för att undvika en risk är rimlig bör den alltid åtgärdas.⁴² I kapitel 4 kommer ett förslag till hur Banverket kan sköta riskhanteringen i praktiken att ges.

⁴¹ Grimvall m.fl. (2007). Kap. 14

⁴² Räddningsverket. (2003). Kap. 3

3.2 Banverkets planeringsprocess

Banverkets planeringsprocess för ny- och ombyggnad regleras i lagen om byggande av järnväg (1995:1649). Processen är strukturerad så att mål och strategier på såväl nationell som regional och lokal nivå ska uppfyllas. Det kan röra sig om statens mål för transportpolitik, arkitekturpolitik och miljö kvalitet, strategier för regional utveckling eller kommunala planer och normer. För att ett järnvägsprojekt ska generera största möjliga samhällsnytta är det viktigt att redan i ett tidigt skede beakta projektets alla förutsättningar och begränsningar.

Planeringsprocessen är uppdelad i tre efter varandra följande skeden: förstudie, järnvägsutredning och järnvägsplan. Därefter påbörjas byggskedet genom att detaljprojektering och bygghandlingar upprättas. När ett skede är avslutat används resultatet som underlag för att besluta om projektet ska gå vidare till nästa skede. På detta vis tydliggörs hur långt framskridet projektet är och vilka frågor som är relevanta. För varje skede analyseras järnvägsanläggningens utformning och lokalisering allt mer detaljerat.⁴³

3.2.1 Förstudie

I förstudien ligger fokus på vilka transportbehov som finns i den aktuella regionen och hur de kan tillgodoses på bästa sätt. I detta skede är det viktigt att inga förutfattade meningar finns om hur projektet ska utformas. Det viktigaste är att hitta en fungerande lösning på de transportbehov som föreligger. Det behöver inte nödvändigtvis innebära ett omfattande nybygge. Genom att redogöra för vilka problem och förutsättningar som finns i det berörda området genereras ett antal alternativ till utformning och lokalisering av järnvägen, så kallade korridorer. Befintlig information samlas in från exempelvis jordartskartor och topografiska kartor och beskrivs översiktligt. Även byggnadstekniska förutsättningar i form av topografiska och geologiska data redovisas. I förstudien utreds samtliga möjliga korridorer, de som bedöms vara genomförbara med rimliga konsekvenser utreds sedan vidare i nästa skede. Alternativen utarbetas i samråd med berörd allmänhet, organisationer och myndigheter och länsstyrelsen måste bedöma om projektet kan antas ge en betydande miljöpåverkan innan arbetet kan fortsätta i järnvägsutredningen. Dessutom utvärderas om projektet är rimligt ur tekniskt och ekonomiskt perspektiv.⁴⁴

3.2.2 Järnvägsutredning

Om fler än ett alternativ återstår när förstudien är färdig så tar järnvägsutredningen vid. De alternativ som utvalts i förstudien utreds tillsammans med nollalternativet, en utebliven utbyggnad, och beskrivs mer utförligt för att fastställa vilket av dem som är lämpligast. Även om järnvägsutredningen i stort följer fasta ramar så styrs innehållet till viss del av resultaten i förstudien. Utifrån dessa avgörs vad som är väsentligt i det aktuella projektet. En av järnvägsutredningens fasta moment är upprättandet av en miljökonsekvensbeskrivning, MKB, där man analyserar hur järnvägsprojektet kommer att påverka sin omgivning. Denna MKB måste sedan godkännas av Länsstyrelsen för att arbetet ska kunna fortskrida. Är järnvägen längre än 5 kilometer lång och ska trafikeras av fjärrtåg så ligger MKB:n tillsammans med resten av järnvägsutredningen till grund för den tillåtlighetsprövning genom vilken regeringen godkänner tänkt alternativ innan planeringen kan gå vidare till nästa skede.⁴⁵

⁴³ Banverket. (2008). Förstudie och järnvägsutredning. s. 5-7

⁴⁴ Banverket. (2008). Förstudie och järnvägsutredning. s. 11-14

⁴⁵ Banverket. (2008). Förstudie och järnvägsutredning. s. 23-24

3.2.3 Järnvägsplan

I järnvägsplanen utformas det valda alternativet i detalj. Här presenteras lösningar för spårläge, byggnader, vägar, vattendrag, broar, tunnlar etcetera. Här utpekas även vilken mark som behöver tas i anspråk, antingen tillfälligt eller permanent. Förutom att presentera den fastställda utformningen ska handlingarna även motivera varför den valts och andra valts bort. Precis som i järnvägsutredningen ska det framgå att järnvägsprojektet är förenligt med kommunala översiktsplaner. Dessutom presenteras tidsplan, budget och organisationsplan i grova drag. Järnvägsplanen utgår från järnvägsutredningen som i sin tur har sin grund i förstudien. Även i järnvägsplanen genomförs en miljökonsekvensbeskrivning som ska godkännas av länsstyrelsen. Arbetsgången i denna utredning är i stort sett detsamma som i den tidigare förutom att den fokuserar på det enda återstående alternativet.⁴⁶

⁴⁶ Banverket. (2000). Järnvägsplan. s. 5-6

4. Förslag till arbetsgång

För att skapa ett klimatanpassat järnvägsnät i Sverige bör hänsyn tas till klimatförändringar redan i planeringsprocessens allra tidigaste skeden och sedan vara ett stående inslag genom hela processen. I detta kapitel presenteras ett förslag till hur arbetet med klimatanpassning kan integreras i den befintliga planeringsprocessen. Detta förslag har tagits fram genom att undersöka vilka beröringspunkter som finns mellan riskhantering, klimatförändringar och Banverkets nuvarande planeringsprocess. Förslaget kommer i nästa kapitel att tillämpas i en fallstudie av projektet Mälarbanan Tomtebodavägen – Kallhäll.

4.1 Förstudie

I detta tidiga skede handlar arbetet med klimatanpassning främst om att översiktligt beskriva hur förutsättningarna för en fungerande järnväg i området kan komma att förändras. Ju längre planeringsprocessen fortskrider, desto färre alternativ återstår. Därför är det viktigt att redan i ett tidigt skede identifiera alla klimatrelaterade risker som föreligger i det utredda området. På det viset kan en översiktlig bild av riskerna presenteras i det skede där möjligheterna att påverka valet av korridor är som störst.

Uppsättningen av möjliga klimatrelaterade risker som kan finnas i ett område borde vara ungefär detsamma för samtliga projekt. Genom att metodiskt gå igenom förutsättningarna för samtliga dessa risker i det aktuella området kan en helhetsbild av risknivån presenteras. De förutsättningar som kan komma att förändras är främst förekomsten av översvämningar, ras, skred, erosion och slamströmmar. I låglänta kustområden i södra Sverige kan dessutom en förändrad kustlinje vara av intresse. Alltså måste översiktligt material som beskriver hur området kan komma att påverkas av dessa förändringar presenteras.

I förstudien ingår att beskriva den befintliga järnvägen, om en sådan finns. I denna beskrivning bör det även ingå en analys av hur klimatanpassad den befintliga järnvägen är. Generellt kommer naturolyckor i form av översvämningar, ras och skred att bli mer frekventa i framtiden. I förstudien kan det därför bli aktuellt att lägga extra vikt vid att utveckla ett järnvägsnät med större redundans. Om den befintliga järnvägen är utformad på ett sätt som gör den känslig för klimatförändringar bör detta tas i beaktande när valet står mellan en ombyggnad eller nybyggnad.

4.2 Järnvägsutredning

Även om järnvägsutredningen följer en fast mall vad det gäller utredningens innehåll så påverkas utredningens fokus av resultaten i förstudien. Eftersom olika projekt har olika förutsättningar är det viktigt att avgöra vad som är väsentligt i det specifika fallet och fokusera på det. Detta gäller självklart även arbetet med klimatanpassning. Eftersom arbetet i järnvägsutredningen bygger på resultaten i förstudien så är det där omfattningen av det fortsatta arbetet avgörs. Ur klimatperspektiv kan förstudien rent teoretiskt ha visat allt från att hela området kommer att bli havsbotten till att förutsättningarna för en järnväg inte kommer att förändras avsevärt. Enligt Banverket ska utredningsarbetet i järnvägsutredningen drivas så långt att det är möjligt att avgöra vilket av alternativen som är lämpligast. I fallet med klimatanpassning är detta något som sannolikt blivit tydligt redan i förstudien, varför

järnvägsutredningen snarare bör visa hur de ska genomföras. Det handlar följaktligen om att analysera de risker som finns i de aktuella korridorerna och fastställa om de är acceptabla. Nedan beskrivs ett antal punkter som kan vara relevanta när man arbetar med klimatanpassning i järnvägsutredningen.

4.2.1 Samordning med andra projekt

För att en klimatanpassad järnväg ska göra någon nytta krävs att även samhället kring järnvägen är anpassat. Vad är till exempel nyttan med att bygga en klimatanpassad station i en stadsdel som kan komma att hamna under vatten när havsnivån stiger?

I järnvägsutredningen är det viktigt att undersöka hur alternativen påverkar, och påverkas av, andra stora projekt i området. Det kan röra sig om andra järnvägsprojekt, kommunala byggplaner, vägprojekt etcetera. I detta skede är det av stor vikt att även de andra projekten arbetar med klimatanpassning. Om så inte är fallet så kan de slås ut av naturolyckor eller behöva byggas om i efterhand, och på så vis drabba en i övrigt klimatanpassad järnväg. Det finns även en möjlighet att ett annat projekt påverkar landskapet på ett sådant sätt att det är negativt för järnvägen och därmed minskar dennas grad av klimatanpassning. Förutom att kontrollera vilka andra projekt som planeras i området kunde det därför vara på sin plats att undersöka hur övriga aktörer arbetar med klimatfrågan.

4.2.2 Miljökonsekvensbeskrivning

Klimatanpassning och miljökonsekvensbeskrivning kan sägas vara två analyser av samma objekt, men med totalt motsatt perspektiv. Klimatanpassning handlar om att analysera hur järnvägen påverkas av sin omgivning, medan miljökonsekvensbeskrivning handlar om att analysera hur omgivningen påverkas av järnvägen. Att arbeta med klimatanpassning inom ramarna för miljökonsekvensanalys syftar följaktligen till att analysera ifall klimatförändringar kommer att förändra omgivningen på ett sådant sätt att även järnvägens påverkan på omgivningen förändras. Eftersom miljökonsekvensbeskrivning är en hel vetenskap i sig tillåter inte detta arbetes omfattning någon grundligare undersökning av denna problematik.

Ett dilemma som kan uppstå är om en lösning som anses vara mer klimatanpassad ger större negativa effekter på miljön i dagsläget. Det handlar då om att väga en eventuell framtida fördel mot en garanterad nackdel i dagsläget. Till exempel, för att minska framtida översvämningsrisker längs en sträcka måste järnvägen placeras längre från ett vattendrag, men då måste den istället dras genom ett naturskyddsområde. Även om exemplet är extremt är det sannolikt att denna typ av problematik kan uppstå. Hur löser man problemet? Det finns självklart inget enkelt svar på frågan, men Banverket måste vara beredd på att liknande problem kan uppstå.

4.2.3 Generell utformning

I järnvägsutredningen ska en generell utformning av alternativen göras. En av målsättningarna vid utformning av ny järnväg är att den ska vara robust dimensionerad och ha en låg känslighet för störningar. Om förstudien har visat att ett alternativ kommer att påverkas av klimatförändringar så bör det utformas så att effekterna minimeras. Detta gäller alla berörda delar, från spårens placering och höjd till utformning av till exempel tunnlar.

4.3 Järnvägsplan

Även i detta steg avgörs arbetets omfattning av hur området kommer att påverkas av klimatförändringar, något som bör ha fastställts i förstudien. I järnvägsplanen bör fokus ligga på följande områden.

4.3.1 Detaljerad utformning

Eftersom utformningen nu går in mer i detalj så är den främsta beröringspunkten med klimatförändring just utformning och dimensionering av anläggningen. Hänsyn till förändrade förhållanden bör tas exempelvis vid dimensionering av avrinning, planering av sträckor i sluttning eller områden med dålig bärighet samt i områden med översvämningsrisk. För att genomföra detta arbete krävs sannolikt betydligt mer detaljerad information än den som finns allmänt tillgänglig i dagsläget. Eftersom Banverket utifrån provtagningar genomför egna beräkningar bör dessa anpassas så att hänsyn tas till klimatförändringar.

4.3.2 Noggranna undersökningar av området

Som tidigare nämnts leder förändrad nederbörd till att förutsättningarna för erosion, ras, skred och slamströmmar påverkas. Om ett område förväntas få mer och/eller kraftigare nederbörd i framtiden kan de gränsvärden som används för att beräkna underlagets stabilitet behöva förändras. SGI kommer under 2010 att ta fram en geoteknisk handbok för hur problematik kring stabilitet kan hanteras.⁴⁷ Generellt bör målet vara att öka marginalerna i dessa områden. Ett forskningsprojekt som knyter an till denna problematik och som skulle kunna vara användbar är Inverkan av klimatförändringar på slänters stabilitet och val av förstärkningsåtgärder, som just nu genomförs av SGI och förväntas bli färdig under 2011.⁴⁸

I områden med översvämningsrisk är det viktigt att mer ingående analyser av området genomförs och att anläggningen utformas på ett sådant sätt att den inte drabbas. Dessutom bör inte anläggningen förvärra översvämningen genom att fungera som en barriär för vattnet. I delar av anläggningen som behöver dräneras för att inte vattenfyllas, exempelvis tunnlar, bör hänsyn tas till klimatförändringar vid dimensionering av avvattningsanläggningen.

4.3.3 När och till vilken kostnad?

En faktor som spelar in är ifall åtgärderna måste genomföras vid byggandet av anläggningen eller om de kan skjutas på framtiden. Det är en avvägning mellan hur mycket en åtgärd får kosta kontra hur stor risk en utebliven åtgärd innebär. Även om de regionala klimatscenarierna bedöms vara tillräckligt robusta för att använda som planeringsunderlag så råder fortfarande oklarheter kring hur detta kommer att påverka järnvägen. Det är rimligt att anta att mer tillförlitlig och tillämpbar information kommer att bli tillgänglig i framtiden, vilket skulle underlätta detta avvägande. Ifall en åtgärd kan genomföras i framtiden utan att det innebär stora extra kostnader, risker eller störningar är det rimligt att skjuta på den. Om sedan ny information visar att området kommer att påverkas mindre än väntat kan åtgärden ställas in. Här framträder dock en viss paradox. Ju mer omfattande en åtgärd är, desto mer finns att tjäna med att skjuta den på framtiden. Men är den mer omfattande är det även mer sannolikt att den måste genomföras i järnvägens byggskede för att inte innebära stora störningar på trafiken vid ett senare genomförande.

⁴⁷ Håkan Persson, SGI.

⁴⁸ Victoria Svahn, SGI.

En tumregel som nämnts tidigare är rimlighetsprincipen: om kostnaden för en åtgärd är rimlig bör den alltid genomföras. Kostnader för exempelvis högre banvallar torde vara rimliga jämfört med de kostnader ett tillbud skulle ge upphov till om åtgärderna ej genomförs.

4.4 Återkoppling

Eftersom ämnesområdet är helt nytt är det viktigt att använda alla nya erfarenheter från arbetet till att förbättra metoden. Därför är det viktigt med både intern och extern kommunikation för att kunna ta del av andras erfarenheter. Modellen ska inte vara skriven i sten utan utvecklas fortlöpande utifrån ny kunskap och nya erfarenheter. Dessutom är det viktigt med kunskapsåterföring från senare byggskenen för att skapa en modell som fungerar bra i alla skeden. All denna information bör vara lätt tillgänglig på samma ställe för att underlätta arbetet.

5 Fallstudie Mälarbanan

För att tydliggöra hur arbetet med klimatanpassning av järnvägen skulle kunna se ut i planeringsskedet har en fallstudie genomförts där det högaktuella projektet Mälarbanan Tomtebodavägen - Kallhäll studerats. Fallstudien är strukturerad utifrån Banverkets befintliga planeringsprocess. På detta vis blir fallstudien mer lättillgänglig för Banverkets personal samtidigt som beröringspunkterna mellan ämnet klimatanpassning och Banverkets praktiska arbete blir tydliga. Ambitionen har varit att utifrån befintlig information undersöka och beskriva hur processen skulle kunna gå till.

5.1 Presentation

Mälarbanan går från Stockholm, via Enköping och Västerås mot Örebro i väster, se figur 5.1. Sträckan trafikeras av fjärrtåg, regionaltåg, pendeltåg samt godståg. I dagsläget har Mälarbanan dubbelspår från Stockholm till Kolbäck. De senaste åren har belastningen ökat och banan utnyttjas under långa perioder maximalt. På den inre sträckan går pendeltågen med 15 minuters intervall och regionaltågen varje timme under stora delar av dygnet. Under högtrafik går så mycket som åtta pendeltåg och tre regionaltåg i timmen på varje spår. Dessutom tillkommer fjärtrafik och godstrafik. I kombination med hastighetsbegränsning på grund av dålig banstandard längs delar av sträckan leder den intensiva trafiken till att det ofta uppstår förseningar. Tågen är stundtals så fulla att alla resenärer inte får plats. Dessutom förväntas byggandet av Citybanan att öka antalet resenärer ytterligare. På grund av att sträckan redan är maximalt belastad går det inte att sätta in fler tåg för att öka kapaciteten.⁴⁹

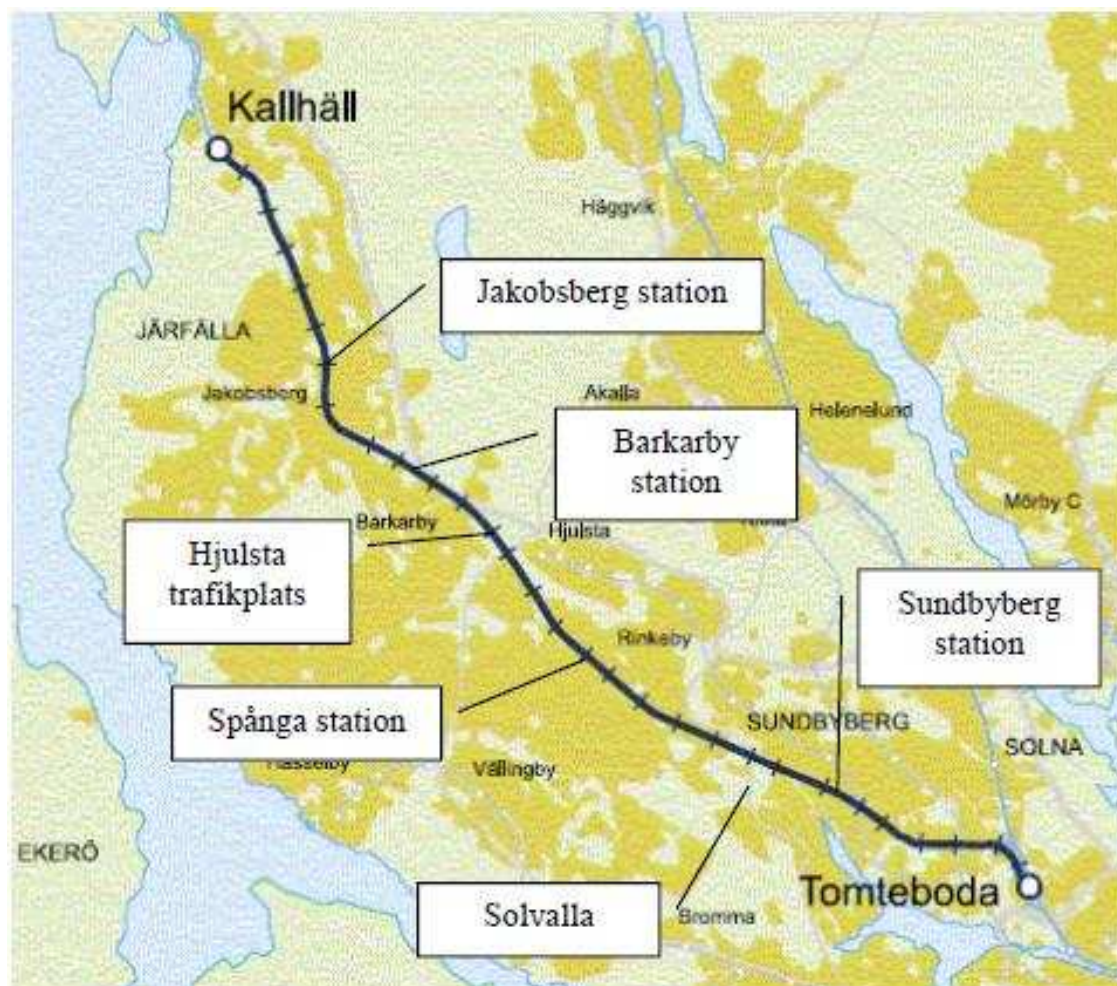


5.1. Mälarbanan går mellan Stockholm och Frövå/Hovsta norr om Örebro. Sträckan är 219 km lång.(Källa: Förstudie slutrapport 2006)

Den mest trafikerade delen av Mälarbanan är den mellan Tomtebodavägen och Kallhäll, se figur 5.2. På uppdrag av regeringen har Banverket utrett hur kapaciteten på denna sträcka ska kunna ökas. Utredningen visar att utbyggnad till fyra spår längs sträckan leder till en långsiktigt hållbar utveckling av trafiken på banan. Genom att separera de olika tågtyperna på olika spår skulle utbyggnaden till fyra spår längs sträckan Tomtebodavägen - Kallhäll innebära kortare restider, fler avgångar och högre punktlighet. Det skulle i sin tur innebära att

⁴⁹ Banverket. (2008). Järnvägsutredning, s. 31

pendlingsmöjligheterna förbättras avsevärt och att den region från vilken man kan arbeta pendla till Stockholm förstoras. Dessutom kan fler godståg än i dagsläget trafikera sträckan. Enligt de prognoser för ökat transportbehov som gjorts så är denna utbyggnad tillräcklig för att motsvara behoven fram till cirka 2030.⁵⁰



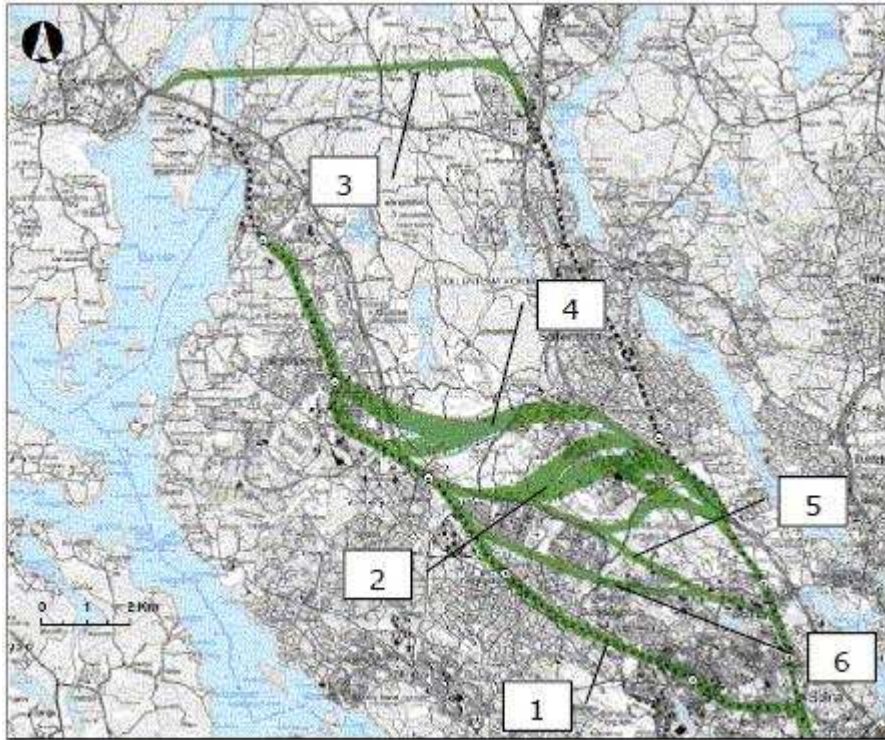
Figur 5.2. Dubbelspåret mellan Tomtebodavägen och Kallhäll är en av landets mest trafikerade järnvägssträckor. (Källa: Förstudie slutrapport 2006)

I utredningen har sträckan delats upp i två delsträckor. Den inre sträckan Tomtebodavägen - Barkarby och den yttre sträckan Barkarby - Kallhäll. För den yttre sträckan är beslut om alternativ taget eftersom det bara fanns ett och arbetet med järnvägsplanen har påbörjats i väntan på tillåtlighetsprövningen. För den inre sträckan pågår fortfarande arbetet med järnvägsutredningen.

⁵⁰ Banverket. (2006). Förstudie. s. 6-7

5.2 Förstudie

I Mälarbanans förstudie har samtliga följande alternativ undersökts, se figur 5.3. För varje alternativ har dessutom flera varianter undersökts med olika tunnlar, nedsänkningar, stationer etcetera.



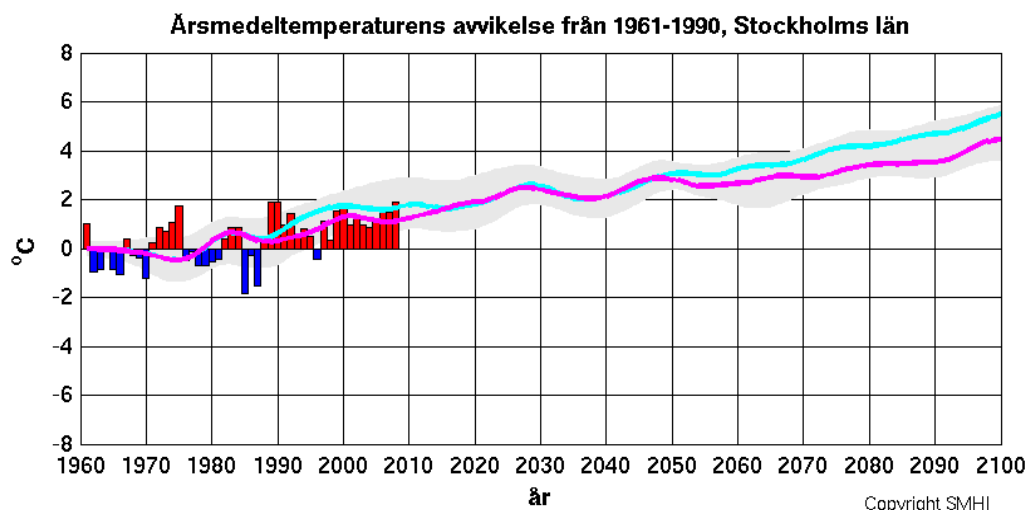
Figur 5.3. Studerade alternativ i förstudien (Källa: Förstudie slutrapport 2006)

1. Befintlig korridor
Samma korridor som den nuvarande banan men med ytterligare två spår.
2. Kista korridor
Följer Ostkustbanan norrut från Tomtebodavägen, viker av västerut söder om Helenelund och ansluter till Mälarbanan i Barkarby.
3. Rotebro – Kungsängen
Följer Ostkustbanan norrut till Rotebro och viker sedan av västerut. Ansluter till Mälarbanan i Kungsängen.
4. Akalla – Jakobsberg/Barkarby
Följer Ostkustbanan norrut, viker av söder om Helenelund och följer E4:an. Viker av västerut vid Akalla och ansluter till Mälarbanan i Barkarby/Jakobsberg.
5. Ytläge – Järva
Följer Ostkustbanan norrut, viker sedan av västerut och följer E18 och ansluter till Mälarbanan i Barkarby.
6. Hagalund – Barkarby/Spånga
Följer Ostkustbanan norrut, viker av åt nordväst och ansluter till Mälarbanan i Barkarby/Spånga.

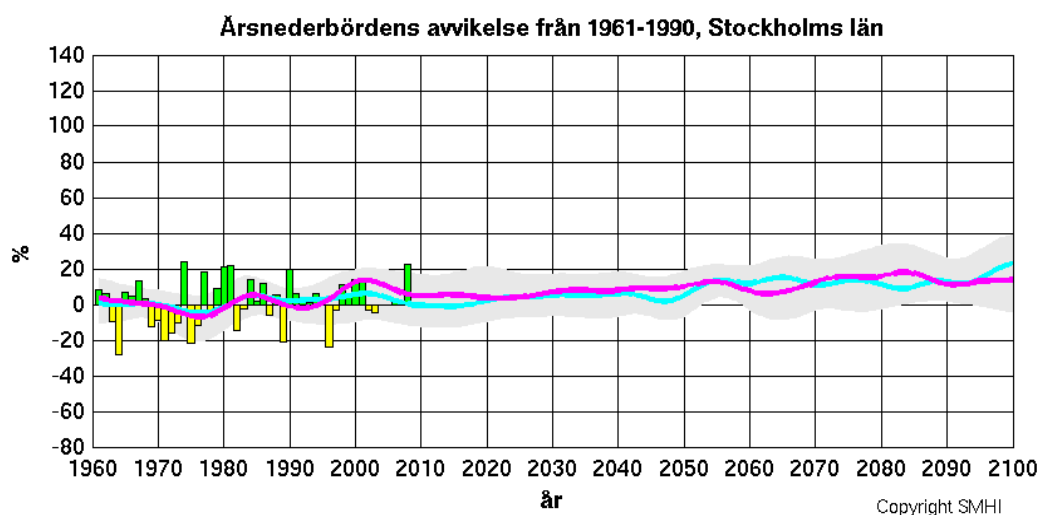
I förstudien är ambitionen att göra en grundlig beskrivning av den aktuella regionen. Genom att försöka beskriva förutsättningarna för olika klimatrelaterade naturolyckor i regionen ges en översiktlig bild av vilka risker som finns. Nedan följer en beskrivning av området utifrån den information som finns tillgänglig i dagsläget.

5.2.1 Klimatförändringar i Stockholms län

Enligt SMHI:s klimatscenarier så förväntas årsmedeltemperaturen i Stockholms län att öka med mellan 4 och 6 grader till seklets slut, se figur 5.4. Årsnederbörden i länet förväntas öka med mellan 15 och 20 procent inom samma tidsperiod, se figur 5.5.



Figur 5.4. Beräknad förändring (°C) av årsmedeltemperaturen för åren 1961-2100 jämfört med den normala (medelvärde för 1961-1990). Staplarna visar historiska data som är framtagna från observationer, röda staplar visar temperaturer högre än den normala och blå staplar temperaturer lägre än den normala. Kurvorna visar löpande 10-årsmedelvärden från klimatscenarier. Den cerisa kurvan motsvarar förändringen i årsmedeltemperaturen för utsläppsscenario B2 och den turkosa kurvan motsvarande för utsläppsscenario A2. Det grå fältet beskriver variationen i temperatur mellan enskilda år (beräknat från klimatscenarierna).



Figur 5.5. Beräknad förändring (%) av den totala årsnederbörden för åren 1961-2100 jämfört med den normala (medelvärde för 1961-1990). Staplarna visar historiska data som är framtagna från observationer, gröna staplar visar nederbördsmängder större än den normala och gula staplar nederbördsmängder mindre än den normala. Kurvorna visar löpande 10-årsmedelvärden från klimatscenarier. Den cerisa kurvan motsvarar förändringen

i den totala årsnederbörden för utsläppsscenario B2 och den turkosa kurvan motsvarande för utsläppsscenario A2. Det grå fältet beskriver variationen i nederbörd mellan enskilda år (beräknat från klimatscenarierna).

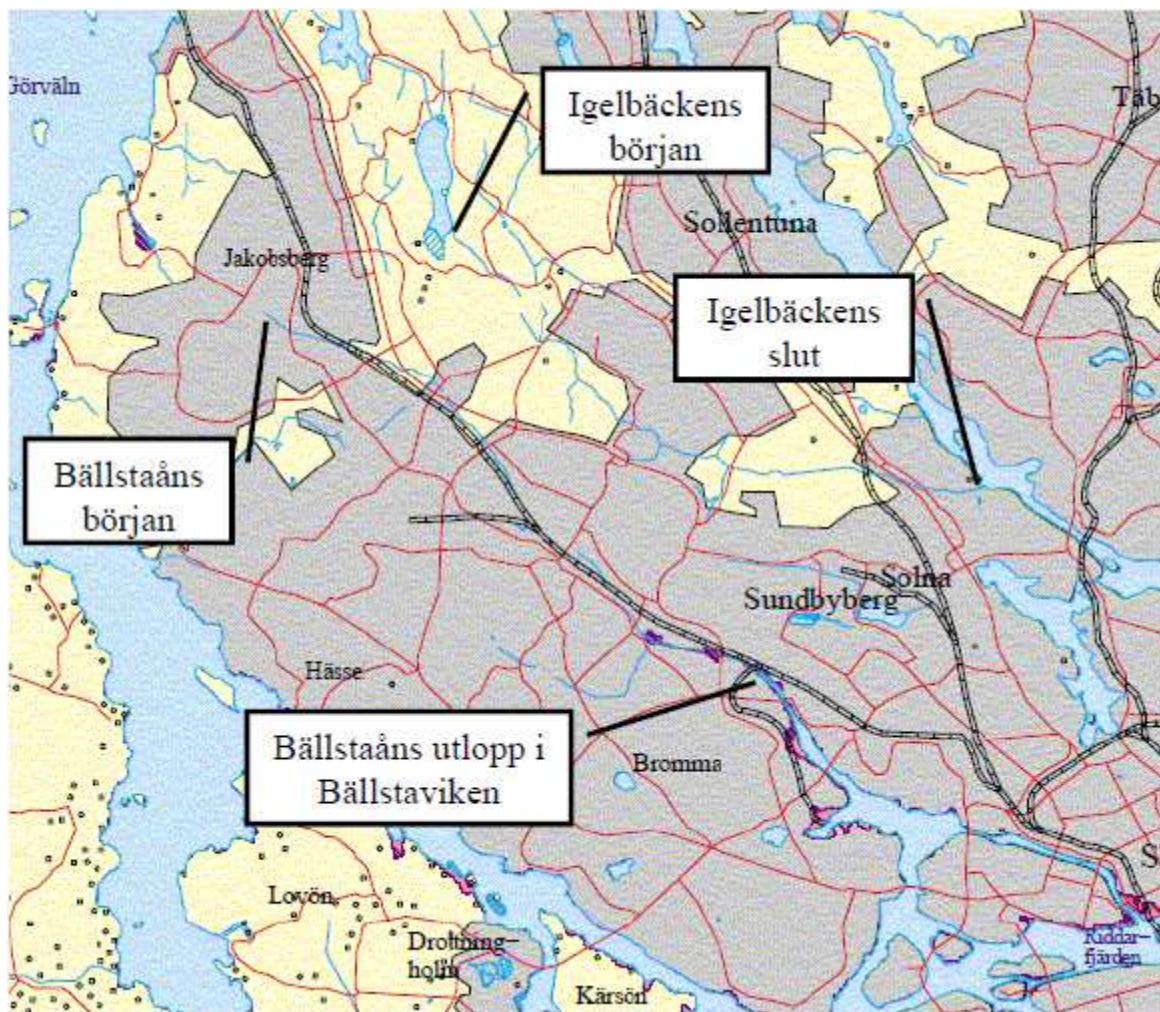
5.2.2 Översvämningsrisker i området

En viktig faktor vid klimatanpassning av järnvägen är att säkerställa om risken för översvämning förväntas öka i området. De vattendrag som skulle kunna utgöra någon översvämningsrisk i området kring Mälarbanan är Bällstaån, Igelbäcken och möjligtvis Mälaren. Eftersom Bällstaån mynnar ut i Bällstaviken som är en del av Mälaren så påverkas vattennivån i Bällstaån av Vattennivån i Mälaren.

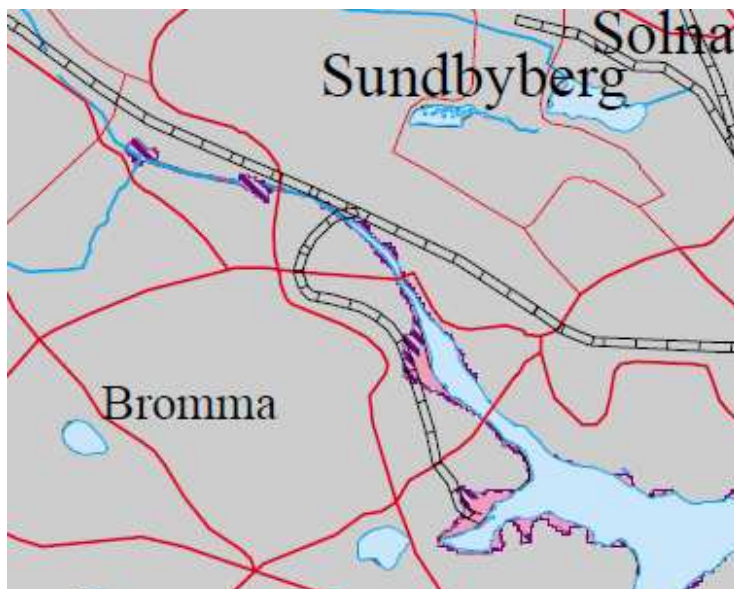
Mälaren

De enda översvämningsriskerna man kan uttyda från MSB:s översvämningskartor är vid Bällstaåns utlopp i Bällstaviken, se figur 5.6 och 5.7. Det rör sig emellertid om översvämning vid högsta beräknade flöde, det vill säga ett flöde med en återkomsttid på cirka 10,000 år. Dessutom tyder SMHI:s klimatscenarier på att de allra högsta nivåerna i Mälaren kommer att vara något lägre i slutet av århundradet än i dag.⁵¹ Allt tyder på att risken för att en översvämning i Mälaren skulle påverka denna del av Mälarbanan negativt är minimal. Att inga områden är markerade längre upp längs Bällstaån ska dock inte tolkas som att inga risker föreligger. Denna karta visar bara översvämningsrisker för Mälaren.

⁵¹ Carlsson m.fl. (2006). s. 39



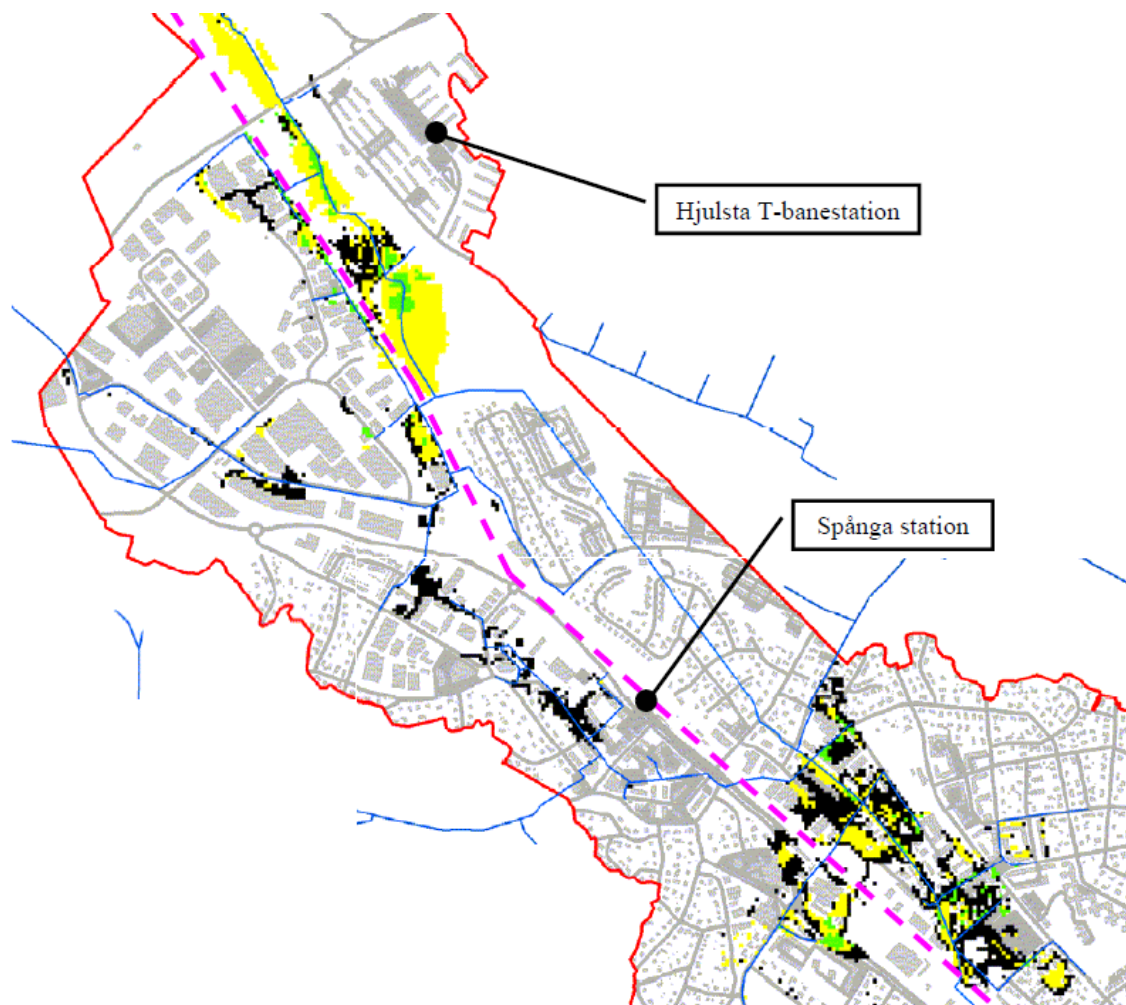
Figur 5.6. Översvämningssutbredning längs Mälaren. Rosa områden visar 100 års vattenstånd och randigt lila områden visar högsta beräknade flöde. (Källa: MSB, 2001)



Figur 5.7. Förstoring av Bällstaåns utlopp i Bällstaviken. (Källa: MSB, 2001)

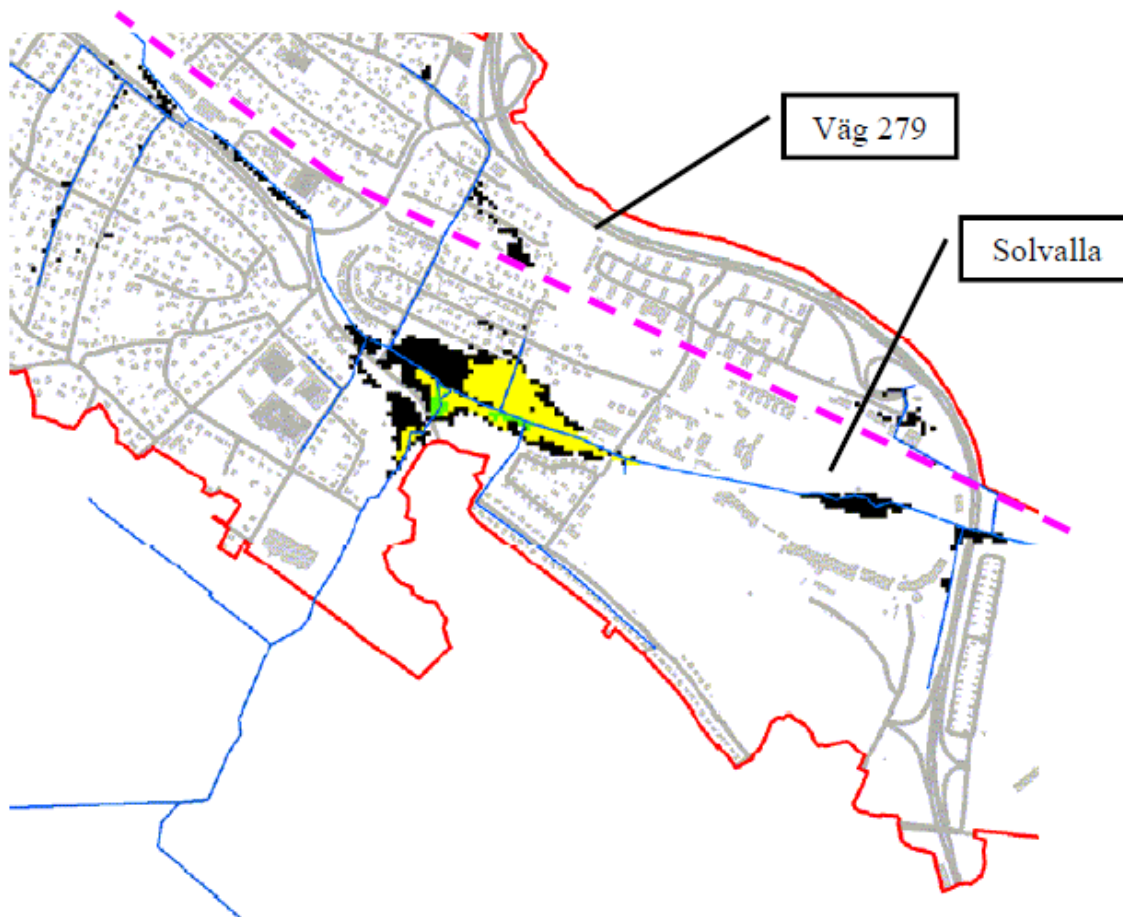
Bällstaån

Stockholm Vatten AB har utrett översvämningsrisker längs Bällstaån. Analysen har gjorts dels för regn med olika återkomstid, dels vid olika vattennivåer i Mälaren. Kartorna är inte helt enkla att tyda men de är det enda tillgängliga materialet som finns att tillgå. Dessutom saknas material för den del av ån som löper längs Mälarbanan norr om Barkarby, den yttre delen av Mälarbanan. Dessa kartor utgår från dagens förhållanden och tar alltså inte hänsyn till klimatförändringar. De två följande kartorna, se figur 5.8 och 5.9, visar översvämningsutbredning längs Bällstaån vid medelvattenyta i Mälaren och regn med 1 års (grön), 10 års (grön+gul) samt 100 års (grön+gul+svart) återkomstid. Kartorna visar tydligt att risk för översvämning föreligger på flera platser längs sträckan redan i dagens klimat.⁵²



Figur 5.8. Beräkning av maximal översvämningsutbredning i övre delen av Bällstaån vid medelvattenyta i Mälaren och regn med 1 års återkomstid (grön), 10 års återkomstid (grön+gul) och 100 års återkomstid (grön+gul+svart), Streckad rosa linje markerar Mälarbanan befintlig korridor. (Källa: Stockholm Vatten, 2007)

⁵² Stockholm Vatten. (2007).

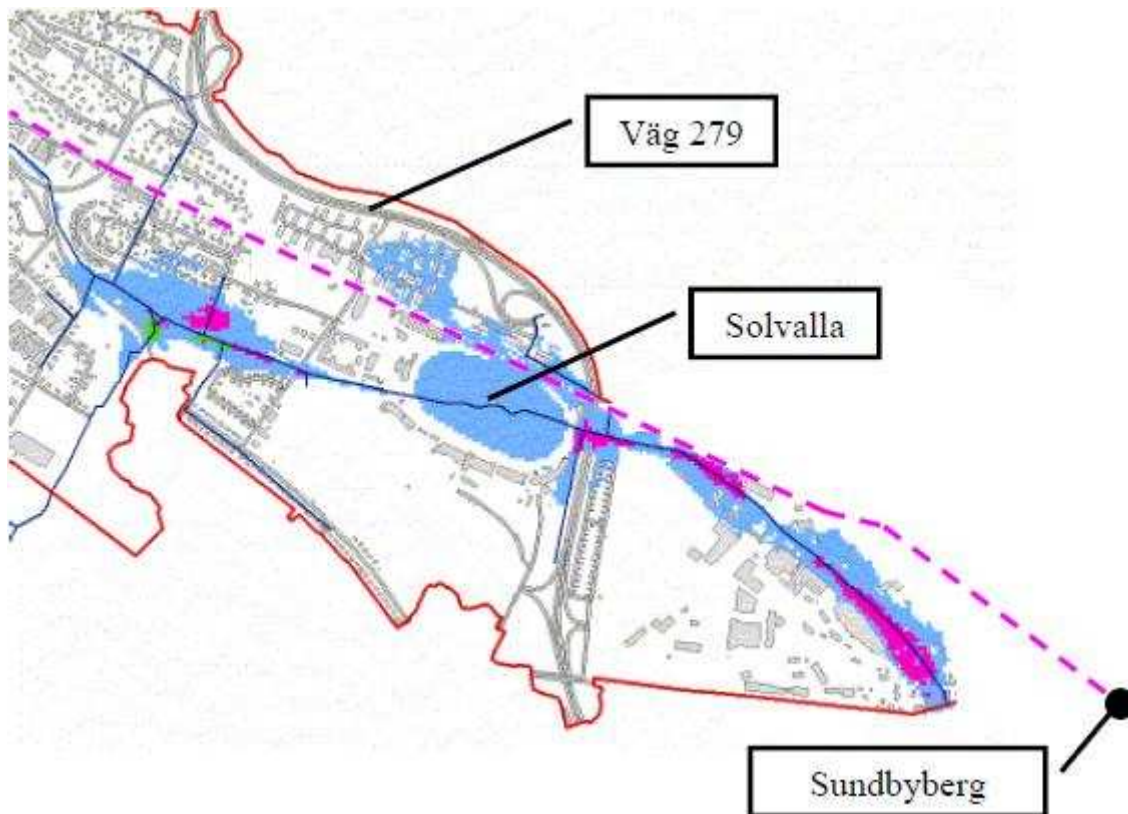


Figur 5.9. Beräkning av maximal översvämningsutbredning i nedre delen av Bällstaån vid medelvattenyta i Mälaren och regn med 1 års återkomsttid (grön), 10 års återkomsttid (grön+gul) och 100 års återkomsttid (grön+gul+svart), Streckad rosa linje markerar Mälarbanan befintlig korridor. (Källa: Stockholm Vatten, 2007)

Enligt SMHI så förväntas de allra högsta vattennivåerna i Mälaren bli ovanligare, däremot förväntas medelvattenståndet bli något högre.⁵³ I kombination med ökad nederbörd och utökad bebyggelse, vilket leder till större mängder dagvatten,⁵⁴ borde detta tyda på att översvämningsutbredningen i framtiden kommer att bli kraftigare. Följande karta, se figur 5.10, visar översvämningsutbredning längs nedre delen av Bällstaån vid regn med 1 års återkomsttid och medelvattennivå (grön), 100-årsnivå (grön+rosa) samt 10,000-årsnivå (grön+rosa+blå) i Mälaren.

⁵³ Carlsson m.fl. (2006). s. 38

⁵⁴ Banverket. (2008). MKB Järnvägsutredning. s. 96



Figur 5.10. Beräknad maximal översvämningsutbredning vid regn med 1 års återkomsttid och medelvattennivå (grön), 100-årsnivå (grön+rosa) och 10000-årsnivå (grön+rosa+blå) i Mälaren. Streckad rosa linje visar MälARBanan befintlig korridor. (Källa: Stockholm Vatten, 2007)

De olika parametrarna i denna karta förväntas förändras i olika riktning. Regn med 1 års återkomsttid förväntas öka precis som Mälarens medelvattennivå, de gröna områdena kan följaktligen förväntas öka. Mälarens 100-årsnivå förväntas inträffa ungefär lika ofta⁵⁵ medan 10,000-årsnivån sannolikt blir något lägre.⁵⁶ 10,000-årsnivån är något som främst används vid byggande av stora dammar är inte aktuell som underlag vid byggande av järnväg. Därför kan de blå områdena bortses ifrån. De rosa områdenas utbredning, som däremot är av intresse, kan förväntas öka något på grund av den bibehållna 100-årsnivån och de ökande regnmängderna.

Igelbäcken

I samband med utbyggnad av områden kring Igelbäcken på 1970-talet avleddes stora delar av dagvattnet till ett separat system. I dagsläget tillförs stora mängder vatten till bäcken för att upprätthålla nivån och hindra uttorkning. Det föreligger därför inte någon översvämningsrisk längs Igelbäcken.⁵⁷

5.2.3 Instabila områden

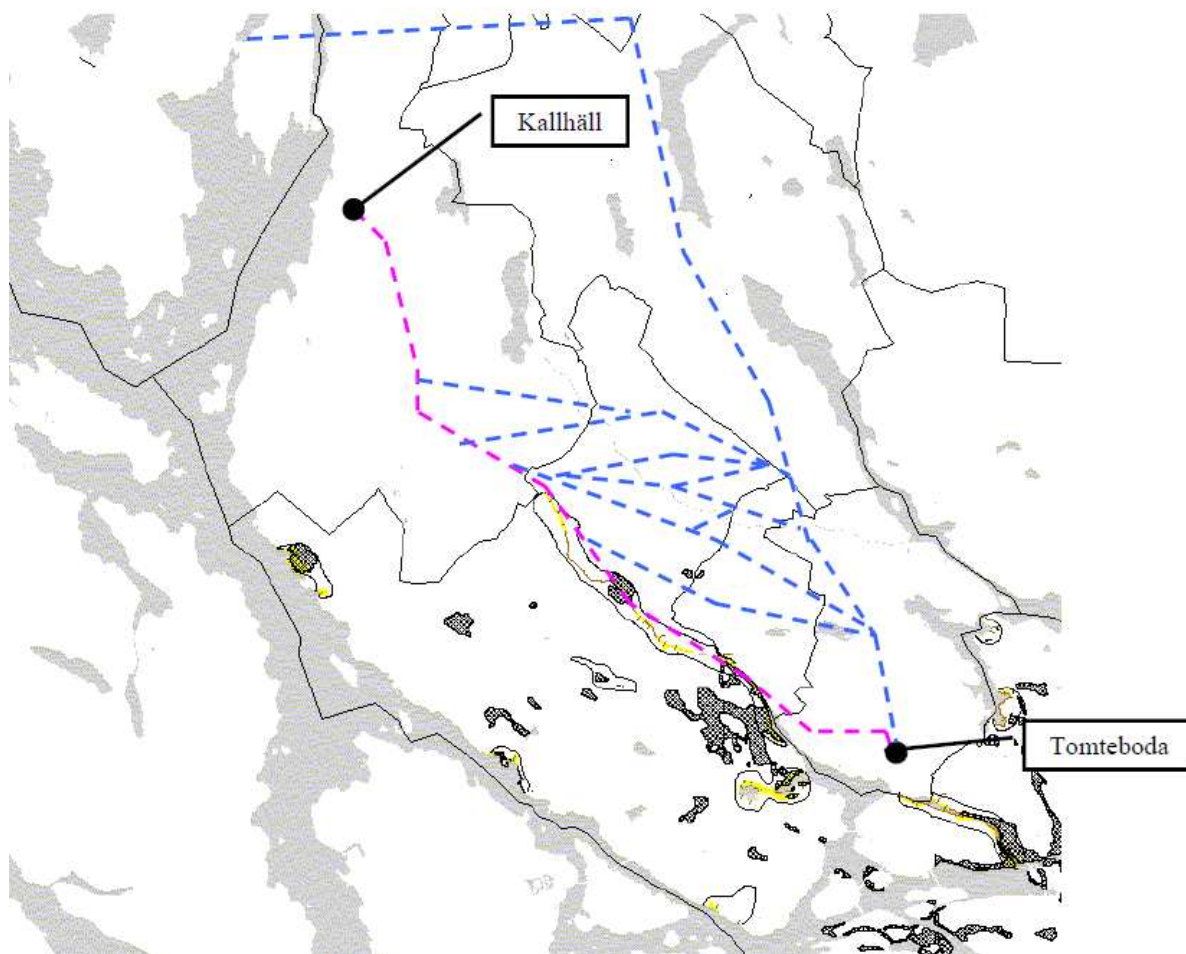
Den stabilitetskartering som MSB har genomfört visar att större delen av projektområdet är geologiskt stabilt i dagsläget, se figur 5.11. De enda delar inom utredningsområdet som inte anses vara helt stabila i dagsläget återfinns längs Ballstaån, längs vilken dagens spår är dragna

⁵⁵ Alm m.fl. (2006). s. 19

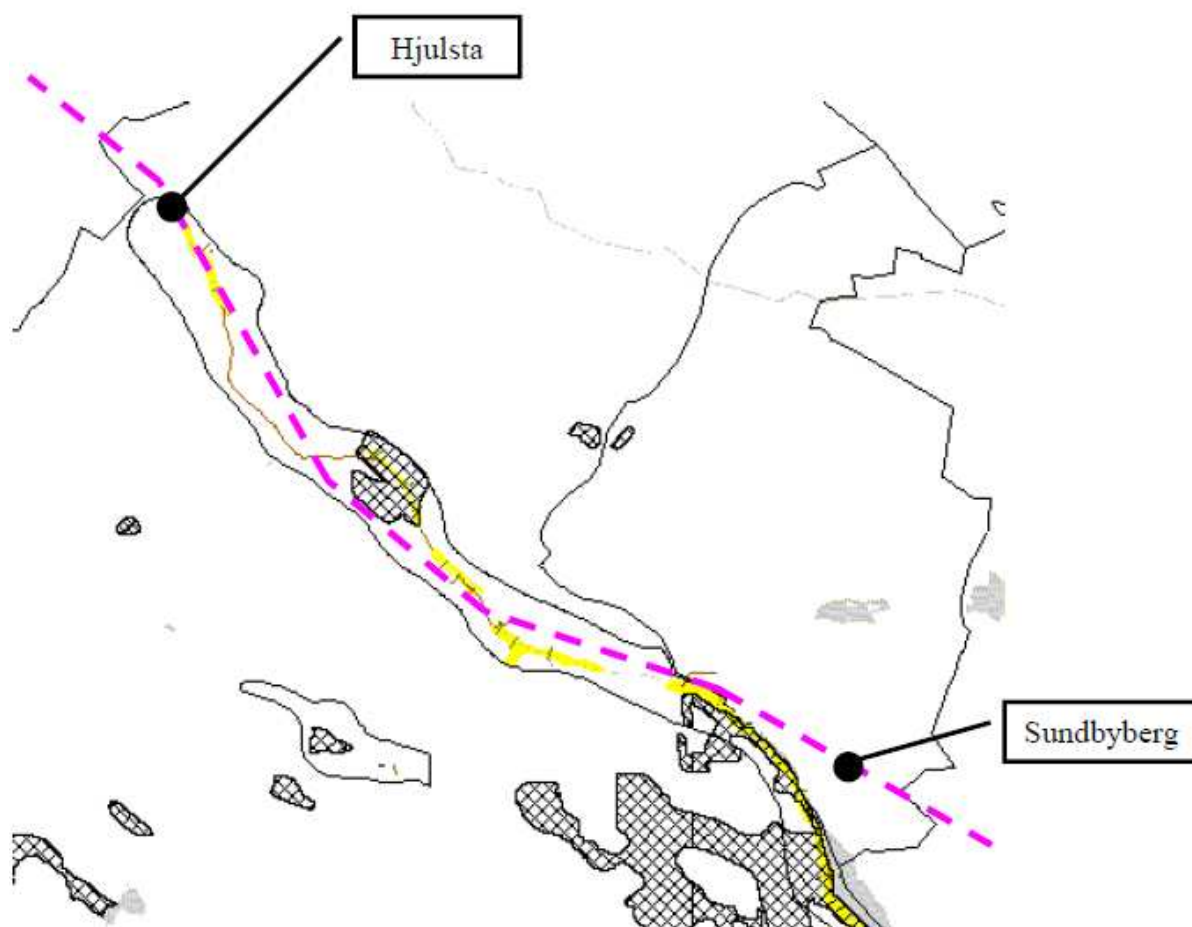
⁵⁶ Carlsson m.fl. (2006). S. 39

⁵⁷ Stockholm Vatten. (2008)

en stor del av sträckan, se figur 5.12. Dock tyder MSB:s översiktliga scenarier för jordrörelser i ett framtida klimat på att risken för skred och ras kommer att öka i större delarna av östra Svealand, se figur 2.6.

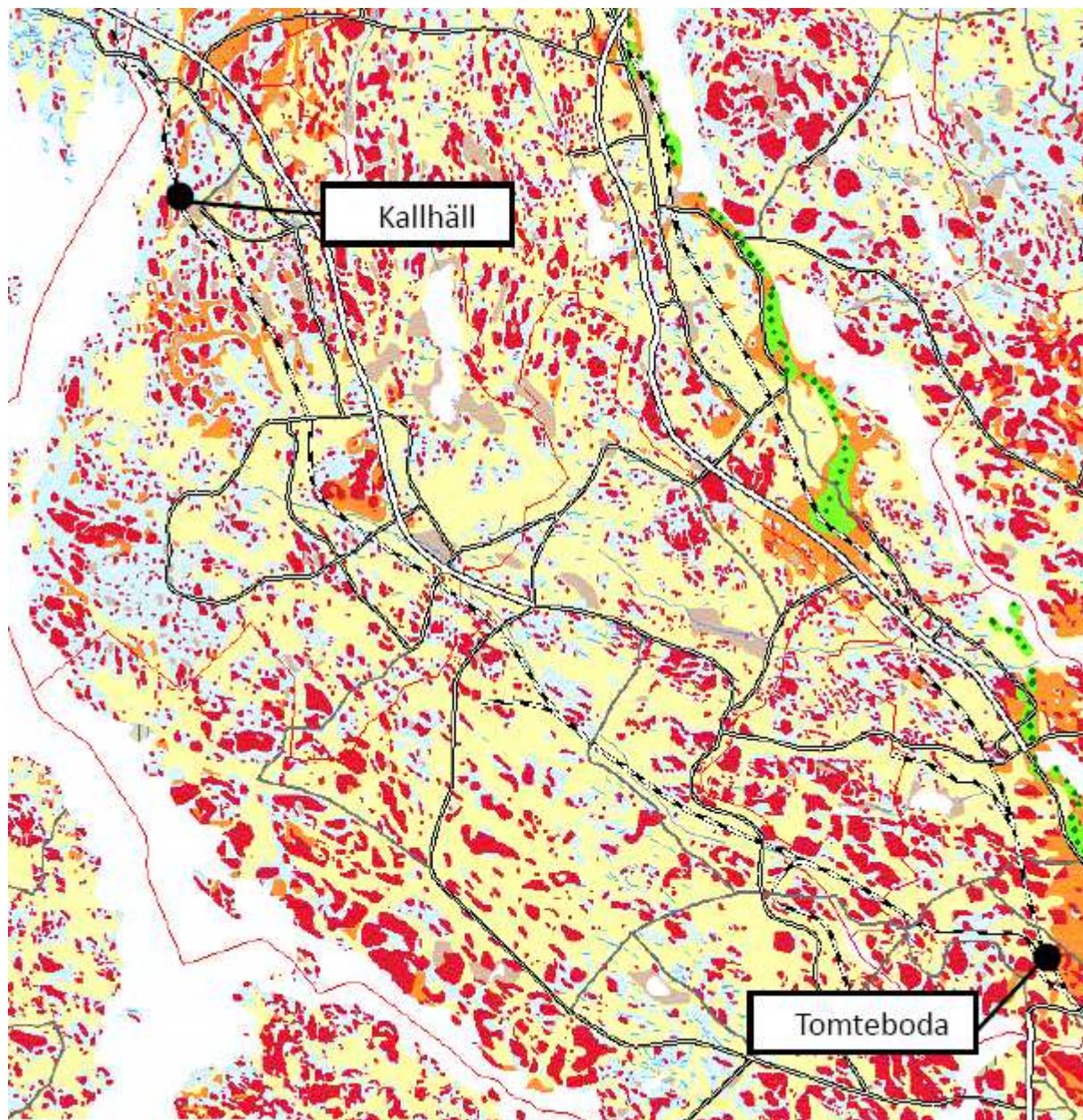


Figur 5.11. Stabilitetskarta över projektområdet, gul färg markerar områden där ytterligare undersökning av stabilitet behövs. Streckad rosa linje markerar Mälmarbanan befintlig korridor, streckade blå linjer visar övriga alternativ. (Källa: www.map.stockholm.se/kartago)



Figur 5.12. Förstoring av stabilitet längs Mälarbanan. (Källa: www.map.stockholm.se/kartago)

Jordartskartan visar att en stor del av marken i området består av lera eller silt, se figur 5.13. Denna jordart är mycket känslig för skred och erosion vilket kan komma att bli ett problem då nederbörden i regionen förväntas öka. Detta kan bli kritiskt i slänter, särskilt i anslutning till vattendrag såsom Bällstaån.



Figur 5.13. Jordartskarta över det aktuella projekteringsområdet. Ljusgul färg visar förekomst av lera/silt, röd färg visar berg och ljusblå färg visar morän .(Källa: www.sgu.se)

SGI:s kartläggning av stranderosion visar att Bällstaviken är utsatt för stranderosion, se figur 5.14. Mälarbanan går dock inte nära vattnet längs den sträckan och riskerar därför inte att påverkas negativt.



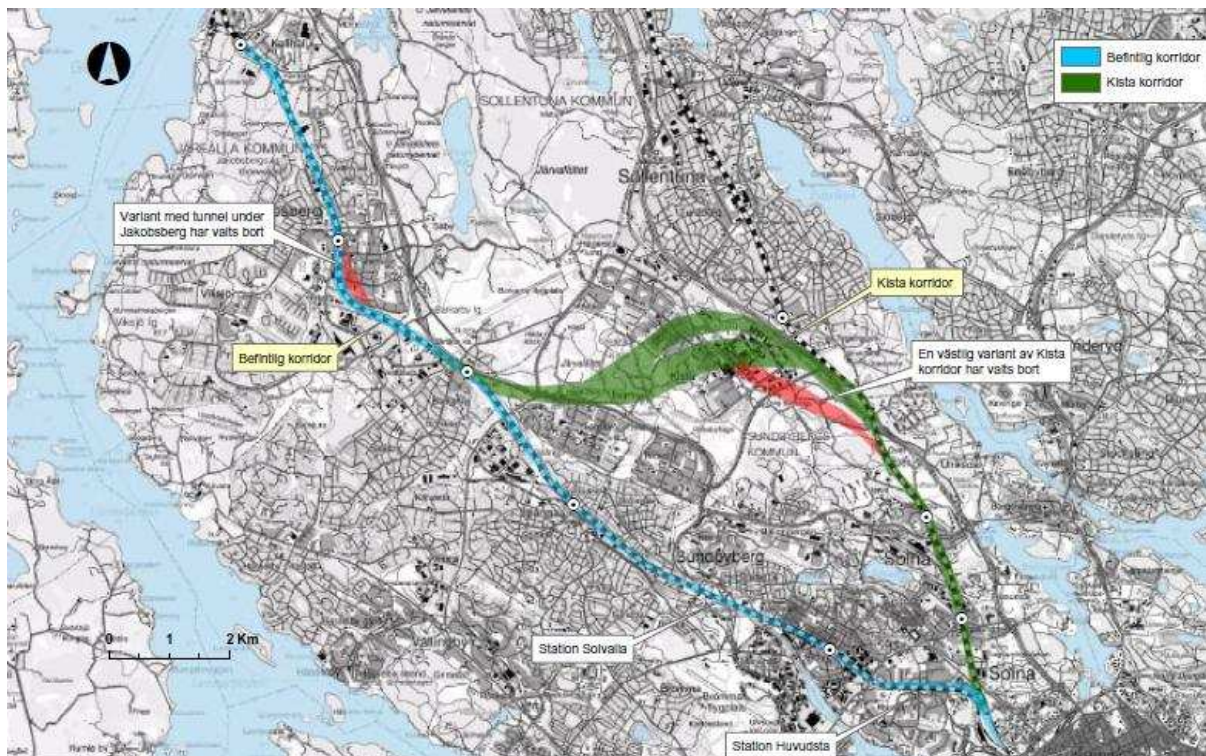
Figur 5.14. Erosionsförhållanden i Stockholm. Röd färg markerar områden där stranderosion pågår. (Källa: Rydell m.fl. 2006)

De generella slutsatser som kan dras utifrån det material som finns tillgängligt är att de mest kritiska områdena ligger längs Bällstaån och därmed inom den befintliga korridoren. Där finns risker för både översvämning och ras. Dessutom påverkar dessa faktorer varandra i och med att höga flöden i Bällstaån ytterligare höjer risken för ras och skred. Den nuvarande järnvägen längs Bällstaån är alltså relativt dåligt klimatanpassad. Följaktligen är den befintliga korridoren förmodligen det sämsta alternativet ur rent klimatanpassningsperspektiv. Flera av de andra alternativen undviker de kritiska punkterna genom att följa Ostkustbanan norrut och sedan vika av västerut och ansluta till Mälarbanan. På detta vis skapas även en redundans eftersom trafiken till viss del kan ledas om till den andra sträckan om den ena skulle drabbas av en naturolycka. Alternativet Rotebro – Kungsängen skulle exempelvis kunna öka redundansen i systemet avsevärt om den utformades så att alternativa spår in mot Stockholm skapas både för Mälarbanan och för Ostkustbanan.

Man kan ställa sig frågan ifall transportbehovet i den region som berörs av projektet kan förväntas påverkas avsevärt av klimatförändringar. Även om detta självklart skulle kunna utredas betydligt utförligare så tyder ingenting på att omfattande negativ påverkan kommer att drabba regionen i en sådan omfattning att befolkningsmängden eller mängden pendlare minskar.

5.3 Järnvägsutredning

Efter att ett antal alternativ bedömts som olämpliga i förstudien återstår Befintlig korridor och olika varianter av Kista korridor, se figur 5.15. Det är dessa som undersökts i järnvägsutredningen.



Figur 5.15. Alternativ som studerats i järnvägsutredningen. (Förstudie slutrapport 2006)

Utifrån teorin att förstudien till viss del visar vad som är väsentligt att undersöka i järnvägsutredningen så ligger fokus på i detta skede på den befintliga korridoren. Detta då den tillgängliga informationen tyder på att det är där den största risken för klimatrelaterade naturolyckor föreligger. Inte heller i den befintliga korridoren verkar riskerna vara av någon enorm omfattning, vilket leder till att klimatanpassningsrelaterade frågor inte skulle dominera Mälarbanans järnvägsutredning. Dock finns ett antal aktuella beröringspunkter som bör utredas i detta skede och som behandlas nedan.

5.3.1 Andra projekt

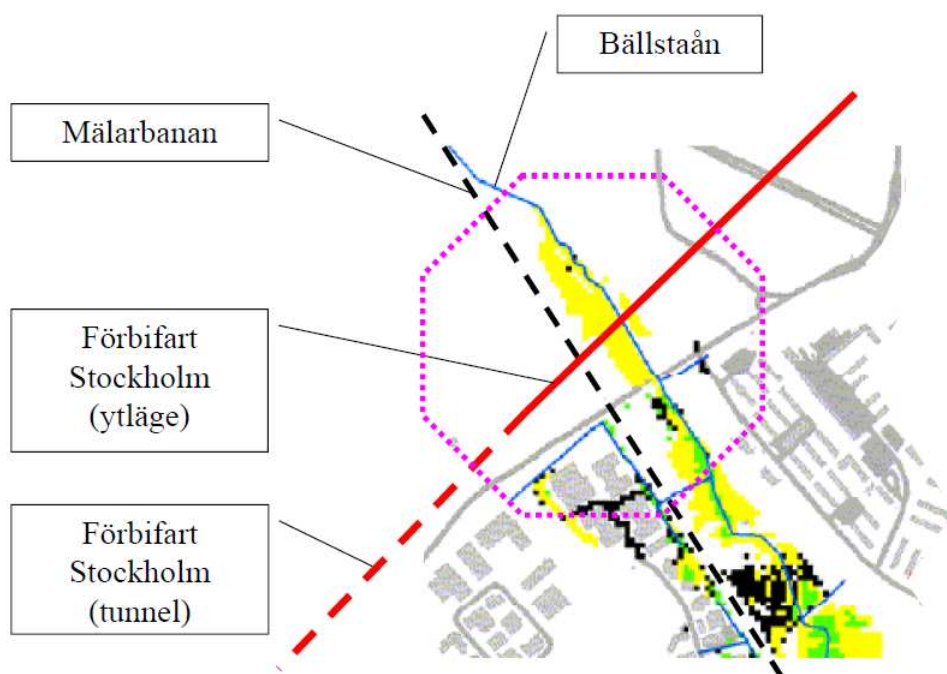
I järnvägsutredningen är det bra att undersöka vilka andra projekt som pågår i området som skulle kunna påverka järnvägen. Ett omfattande byggprojekt som projekteras i samma område som Mälarbanan är Förbifart Stockholm. Enligt Vägverkets vägutredning ska den nya förbifarten korsa Mälarbanan i ytläge precis vid Bällstaån söder om Barkarby, se figur 5.16. Förbifarten är planerad att övergå från tunnel till bro och passera ovanför Mälarbanan i en stor trafikplats i flera plan.⁵⁸

⁵⁸ www.vv.se



Figur 5.16. Trafikplats Hjulsta där Förbifart Stockholm passerar Mälarbanan och Bällstaån. (Källa: www.vv.se)

Vid den plats där Förbifart Stockholm ska korsa Mälarbanan löper Bällstaån risk för att översvämmas, se figur 5.17. Om förbifarten ska passera ovanför Mälarbanan kommer detta rimligtvis att påverka hur högt Mälarbanans spår kan placeras. Om ytterligare undersökningar skulle visa att Mälarbanan måste placeras extra högt för att undvika klimatrelaterade översvämningar så skulle detta kunna innebära ett problem. I ett sådant läge är det viktigt att föra en dialog med Vägverket så att samtliga berörda aktörer är medvetna om problematiken. Detta borde underlättas av det faktum att Banverket och Vägverket bägge kommer att ingå i det nya Trafikverket.



Figur 5.17. Översvämningssrisk vid korsning mellan Förbifart Stockholm och Mälarbanan söder om Barkarby. Gult område visar översvämning vid medelvattenyta i Mälaren och regn med 10 års återkomsttid.

5.3.2 Miljökonsekvensbeskrivning i järnvägsutredningen

Utanför Kallhäll ligger vattenkraftverket vid Görväln som förser Stockholm med dricksvatten från Mälaren. Norr om Kallhäll går järnvägen cirka 100 meter från Görväln och söder om Kallhäll ligger Görväln inom den yttre skyddszonen för det föreslagna vattenskyddsområdet. Den påverkan som en järnväg kan ha på ett vattenskyddsområde borde vara som störst i byggskedet, det vill säga i nuvarande klimat. Dock kan det vara värt att ytterligare undersöka detta.

Gällande Kista korridor så är Igelbäcken ett vattendrag som kan komma att påverkas. Igelbäcken löper redan idag risk för att torka ut under delar av året då vatten måste tillföras för att en lämplig nivå i bäcken ska kunna bibehållas. Om somrarna förutses bli både varmare och torrare de kommande decennierna finns anledning att ha detta i åtanke om ingrepp som påverkar exempelvis dagvattenflöden vid bäcken genomförs.

5.3.3 Generell utformning

I ett alternativ för sträckan genom Sundbyberg diskuteras om spåren kan sänkas ner ett antal meter i marken för att minska inverkan på omgivningen. Detta alternativ bör generellt vara utsatt för större risker förknippade med instabilitet och regnmängder. Skulle valet falla på detta alternativ bör det nedsänkta spårområdet dimensioneras så att ökande nederbördsmängder och minskad stabilitet inte innebär ett problem.

5.4 Järnvägsplan

I skrivande stund är det bara den yttre delen av sträckan, Barkarby – Kallhäll, som utreds i järnvägsplan. För den inre sträckan, Tomtebodavägen – Barkarby, har beslut om alternativ ej tagits och järnvägsplanen inte kunnat påbörjas. I detta skede av fallstudien ligger fokus därför på just den yttre sträckan. Det är nu dags att mer ingående undersöka hur järnvägen ska konstrueras och hur problemen kring sträckan ska lösas.

Resultaten i tidigare skeden tyder på att det är mark i anknäpning till Bällstaån som är de mest problematiska ytorna i utredningsområdet. I det berörda området är det främst risken för översvämningar som kan komma att öka.

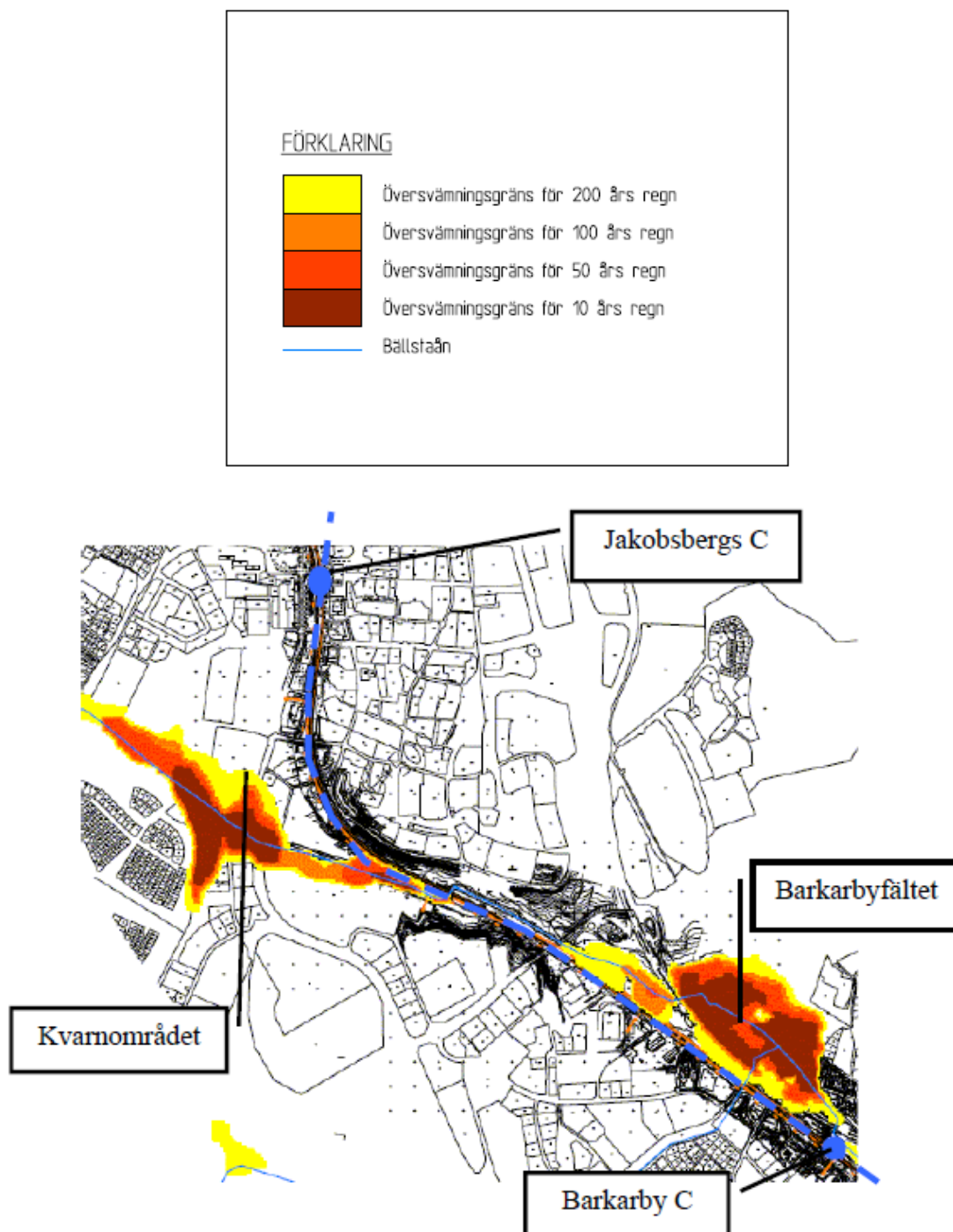
5.4.1 Skydd mot översvämning

Förutom de störningar i trafiken som översvämningar kan innebära så orsakar strömmande vatten skador och försvagar banvallens bärrighet. Det finns inga uttryckliga riktlinjer för dimensionering av järnväg med avseende på vattennivåer. Dock har Banverket ofta använt sig av översvänningsutbredning vid 100 års regn vid dimensionering av nya anläggningar. Eftersom mängden nederbörd i regionen förväntas öka kan det dock vara nödvändigt att studera regn med längre återkomsttid. SMHI och SGI har rekommenderat att Mälarbanan dimensioneras utifrån flöden med mer än 100 års återkomsttid.⁵⁹

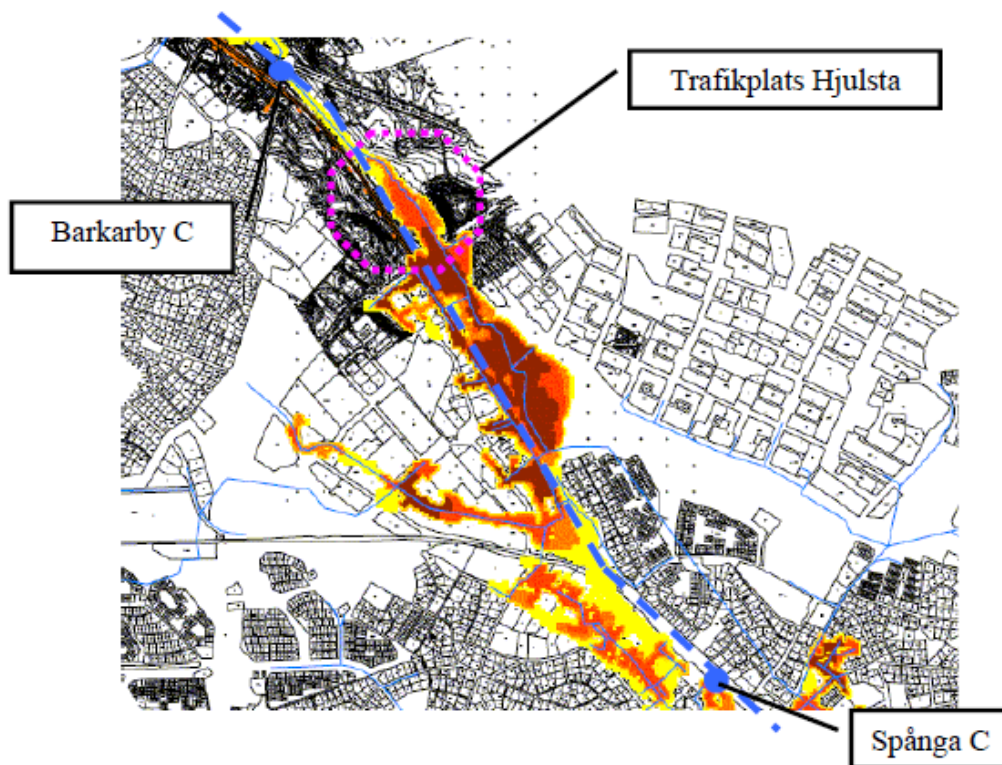
I detta skede har Banverket genomfört en mer utförlig kartläggning av översvänningsutbredning för regn med 10, 50, 100 och 200 års återkomsttid. Denna kartläggning visar översvänningsrisken längs den sträcka av Mälarbanan som följer Bällstaån norr om Barkarby och som ej utretts i Stockholm Vattens rapport om Bällstaån. Den nya

⁵⁹ Banverket (2009). PM Utredning Bällstaån.

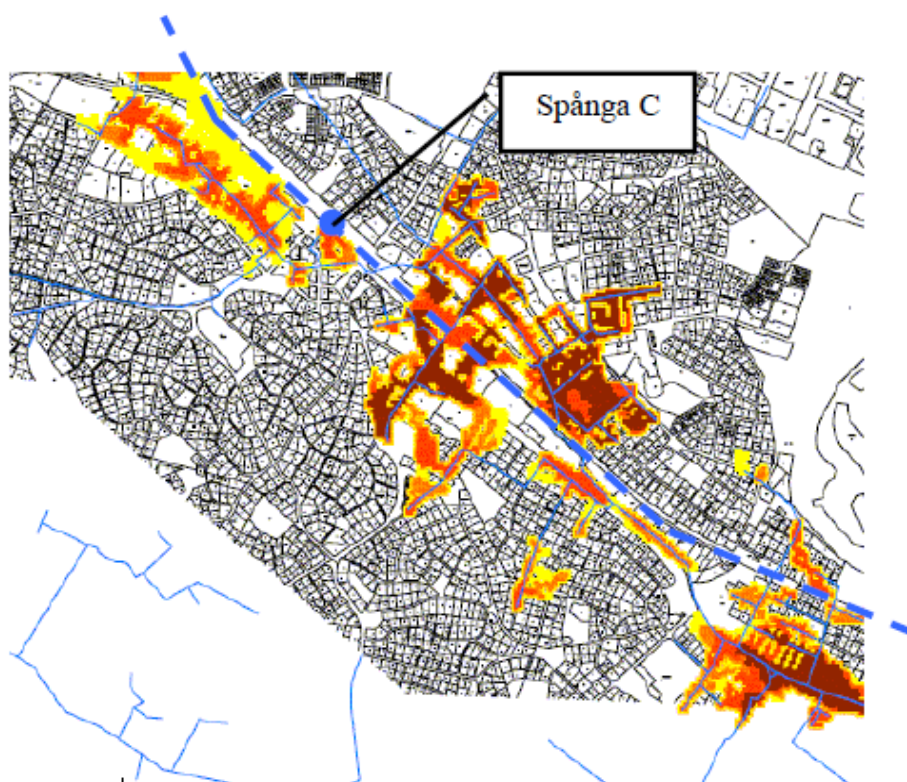
kartläggningen visar att översvämningsvatten når den befintliga korridoren på flera platser både vid regn med 200, 100 och 50 års återkomsttid, se figur 5.18, 5.19 och 5.20. I fallet med Mälarbanan föreligger ingen risk att spåren ska hamna under vatten. Dock beräknas vattnet nå upp i underballasten vilket försämrar bankroppens stabilitet och leder till att hastigheten på banan måste sänkas.



Figur 5.18. Översvämningsutbredning längs övre delen av Mälarbanan (blå streckad line).
(Källa: Banverkets utredning av Bällstaån)



Figur 5.19. Översvämningsutbredning längs mellersta delen av Mälärbanan (blå streckad linje). (Källa: Banverkets utredning av Bällstaån)



Figur 5.20. Översvämningsutbredning längs nedre delen av Mälärbanan (blå streckad linje). (Källa: Banverkets utredning av Bällstaån)

Eftersom den yttre sträckan av Mälarbanan redan befinner sig i skedet för järnvägsplan är beslut om korridor redan fattat. Det återstår då endast ett fåtal alternativ för att skydda järnvägen mot översvämning.

Att skydda spåren med barriärer

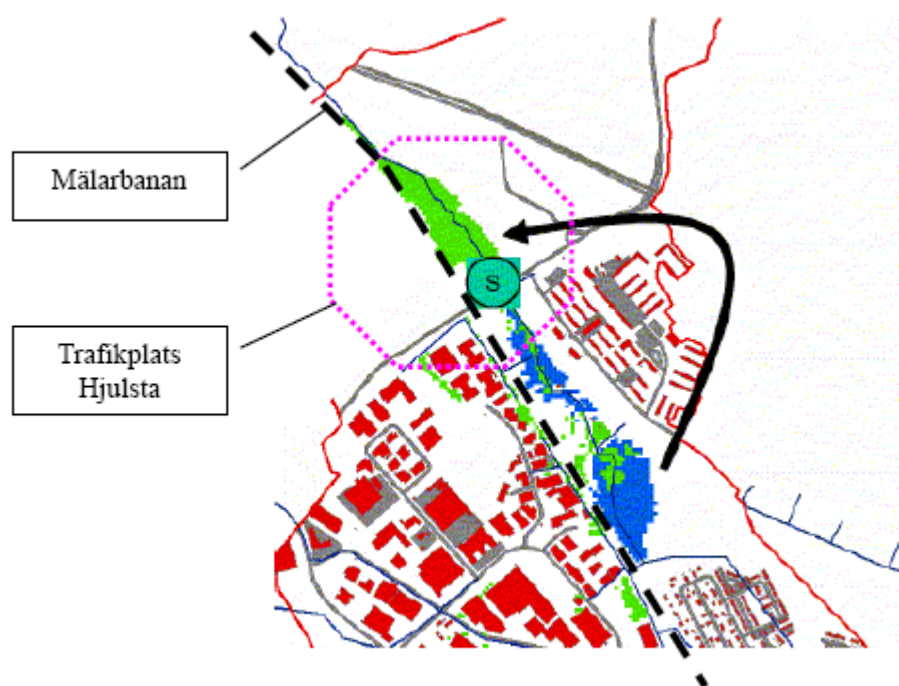
Invallning kan i viss mån skydda spåren mot översvämning. Mälarbanan ligger i riskzonen för översvämning på flera olika platser och det är oklart om invallning kan lösa problemet i detta fall. Det bör även beaktas att barriärer leder undan vatten och kan förvärra översvämningen på annat håll.

Att höja/förändra bankroppen

Genom att bygga högre banvallar kan marginalerna vid översvämning ökas. Höjning av spåren kan även försvåra korsningar med andra trafikslag, till exempel vid Trafikplats Hjulsta där förbifart Stockholm planeras korsa Mälarbanan.

Att hindra vattendraget från att svämma över

Stockholm Vatten diskuterar i sin rapport Bällstaån – Uppbyggnad av hydrologisk modell samt beräkningar av kapacitet, översvämningssrisk och vattenkvalitet olika alternativ för att minska översvämningssutbredningen kring Bällstaån. Genom att rensa å-fåran och fördjupa den samt öka kulvertstorleken på de platser där ån är övertäckt så kan åns kapacitet ökas. Dessutom kan ån regleras så att översvämningen påverkar vissa områden mer än andra. Om Banverket samarbetade med Stockholm Vatten är det möjligt att ett alternativ kan väljas som gynnar Mälarbanan. Det nuvarande förslaget på strypning som ges i rapporten är dock allt annat än optimal för Mälarbanan eftersom det utökade vattenmagasinet ligger vid Trafikplats Hjulsta, se figur 5.21.

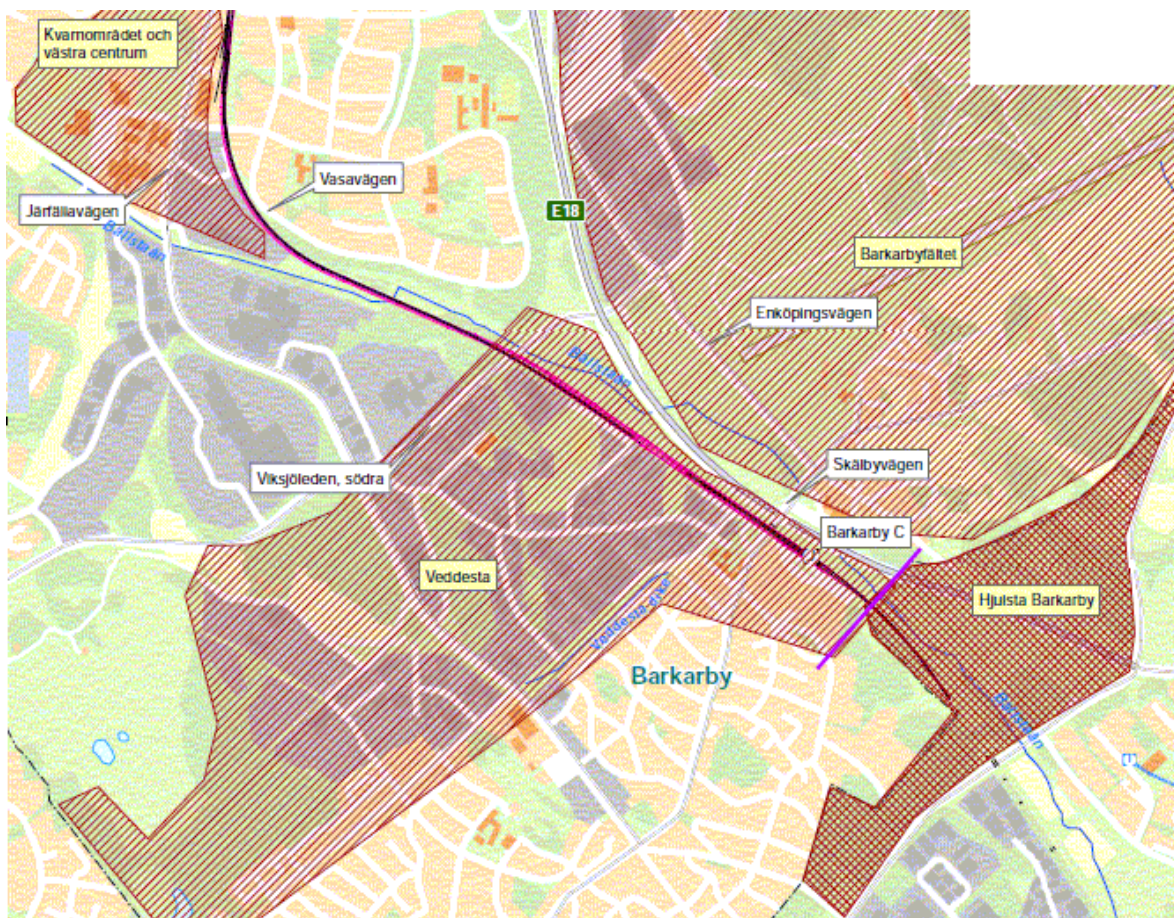


Figur 5.21. Beräknad maximal översvämningssutbredning före (blå) och efter (grön) att strypning/dämning införts vid cirkeln markerad med S. Systemet är belastat med nederbörd med tio års återkomsttid och medelvattennivå i Mälaren. (Källa: Stockholm Vatten, 2007)

Eftersom järnvägsplanen för den inre sträckan, Tomtebodabotkyrka, inte påbörjats än har någon kartläggning av översvämningsutbredning för den sträckan inte genomförts än. Den genomförda undersökningen av den yttre sträckan tyder på att mer vatten kan ackumuleras nedströms och orsaka problem redan för flöden med kortare återkomsttid än 100 år.⁶⁰ Behovet av en utförlig utredning för denna delsträcka är därför tydligt.

5.4.2 Jämförelse med kommunens översiktsplan

Den nya undersökningen av översvämningsutbredning längs Bällstaån gör det enkelt att undersöka om den berörda kommunen tagit hänsyn till dessa översvämningsrisker i sin översiktsplan. I Järfälla kommuns översiktsplan visas vilka områden som är aktuella för bebyggelse. Kommunen beräknar att 7200 lägenheter behöver byggas innan 2020. Fyra områden i nära anslutningen till Mäljarbanan har i översiktsplanen reserverats för framtida, se figur 5.22. Enligt figur 5.18 och 5.19 översvämmas tre av dessa områden: Kvarnområdet, Barkarbyfältet och Hjulsta Barkarby till stora delar redan vid regn med 10 års återkomsttid. Dessa områden fungerar som buffertzoner vid höga vattennivåer. Om områdena bebyggs måste de på ett eller annat sätt skyddas mot vattenmassorna. Frågan är om översvämnningen då förvärras på andra håll. Eftersom översvämningsrisk föreligger vid flera andra delar av sträckan finns risken att dessa delar drabbas ännu svårare. Banverket borde därför undersöka hur Järfälla kommun planerar att lösa översvämningsfrågan om de bebygger de reserverade områdena.



⁶⁰ Banverket (2009). PM Utredning Bällstaån.

Figur 5.22. Järfälla kommuns översiktsplan. Randiga områden visar utvecklings-/förändringsområde. Rutigt område visar utredningsområde för framtida stadsutveckling. (Källa: Miljökonsekvensbeskrivning i järnvägsplan, 2010)

5.4.3 Dimensionering

I järnvägsplanen blir detaljeringsgraden för projektet allt mer noggrann. Det är därför viktigt att exempelvis trummor och avvattningsanläggningar dimensioneras med klimatanpassning i åtanke.

Mellan Barkarby och Jakobsberg korsar Mälarbanan Bällstaån. De nuvarande trummorna under järnvägen ska bytas ut mot en ny trumma när Mälarbanan byggs ut. Det är då viktigt att dimensioneringen av trumman som ån ska rinna genom görs med eventuellt ökade flöden i åtanke. Dock är det inte helt okomplicerat eftersom ån löper genom ett antal kulvertar med skilda dimensioner både före och efter passagen under Mälarbanan. Dessa kulvertar begränsar dagens flöden och försvårar en analys av högsta möjliga flöden. Nedan beskrivs hur skilda dimensioner de olika kulvertarna har.

Kulvertar längs Bällstaån med början uppströms:

175 m lång, Ø1,4 m = 1,3 m²

150 m lång, Ø1,2 m = 1,5 m²

Passage under Mälarbanan. 45 meter lång, 2 x Ø1,8 m = 5,1 m²

210 m lång. Ansluter direkt efter passage under Mälarbanan. 2 x Ø1,6 m = 4,0 m²

50 m lång, Ø1,2 m = 1,5 m²

50 m lång, Ø2,2 m = 3,8 m²

1400 m lång, dimension okänd

Det är tydligt att dimensionerna skiljer sig väldigt mycket mellan de olika kulvertarna. Enligt de beräkningar som gjorts i järnvägsplanen bör den framtida trumman under Mälarbanan hålla en diameter på 2,9 m (6,6 m²) för att klara den högsta beräknade vattenytan, i detta fall 200-årsnivån. Beräkningen är baserad på vattenflöden vid inflödet till passagen under Mälarbanan. Dessa vattenflöden begränsas dock av den kulvert med tvärsnittet 1,5 m² som finns innan passagen under Mälarbanan och som slutar 25 meter tidigare. Det tillkommer inga biflöden mellan denna kulvert och passagen.⁶¹ Om trumman under Mälarbanan även i framtiden ska ansluta direkt till den efterföljande kulverten med tvärsnittet 4 m² är det svårt att se nyttan av den kraftiga dimensioneringen under Mälarbanan.

Eftersom samtliga övriga kulvertar har en mindre dimension än den beräknade lämpliga dimensionen för trumman skulle systemet rimligtvis kunna betraktas som underdimensionerat. Även det faktum att Bällstaån svämmar över relativt ofta tyder på detta. Bällstaån har ett avrinningsområde som är cirka 4000 hektar stort.⁶² Vid ökade nederbörds mängder kommer vattenmängderna i ån att öka. Om ökningarna leder till stora problem finns en risk att kommunen bygger om kulvertar för att öka avrinningen. En sådan modifiering av systemet skulle i sin tur kunna ge negativa effekter för järnvägen. Därför är det viktigt att redan i planeringsskedet föra en diskussion med kommunen om hur deras planer ser ut och hur de arbetar med klimatanpassning.

⁶¹ Banverket (2009). PM Utredning Bällstaån.

⁶² Stockholm Vatten. (2007). s. 15

6. Sammanfattning och slutsatser

För att Banverket ska kunna skapa ett klimatanpassat järnvägsnät i Sverige krävs att många olika faktorer fungerar tillsammans. Vissa av dessa faktorer, såsom instruktioner för hur arbetet ska gå till, har Banverket stor makt att själva utarbeta. Andra faktorer, såsom tillräckligt robusta klimatscenarier, finns det mindre utrymme att påverka. I detta kapitel presenteras information om de punkter som är kritiska, förslag om åtgärder hos Banverket samt vilka områden som kräver ytterligare utredning.

6.1 Kritiska punkter

Tillgång till information

Redan i Banverkets befintliga planeringsprocess poängteras att fokus av det fortsatta utredningsarbetet till viss del bestäms i förstudien. Detta blir ännu mer tydligt när klimatanpassning kommer in i bilden. Det är i detta skede Banverket bör bilda sig en översiktlig uppfattning om hur det aktuella området förväntas påverkas av klimatförändringar. Resultatet i förstudien utgör på det viset utgångspunkten för de senare skedena. På den översiktliga nivå som är aktuell i en förstudie är kartor det lämpligaste materialet för att avgöra vilka områden som är mer eller mindre lämpade för järnväg. Det är därför problematiskt att det material som finns tillgängligt för denna första analys är så bristfälligt. I dagsläget finns helt enkelt ytterst lite material att tillgå som visar hur byggnadstekniska förutsättningar i Sverige kommer att påverkas av klimatförändringar.

Hela ämnet klimatanpassning kan betraktas som något relativt nytt. Det har blivit tydligt när kontakt skett med andra myndigheter och aktörer under arbetets gång att även deras verksamhet inom ämnesområdet ligger i startgroparna. Eftersom många olika aktörer precis börjat arbeta med frågan kommer sannolikt tillgången till information och metoder för att hantera problematiken att öka kraftigt under de kommande åren när många aktörer gör framsteg samtidigt. Förhoppningsvis är detta något som både kommer att förenkla arbetet och öka möjligheten för att göra mer detaljerade analyser.

Förutom bättre direkt tillämpbara planeringsunderlag är klimatscenarierna motstridiga och inte tillräckligt robusta när det gäller flera väderfenomen. Säker information om hur exempelvis vindstyrka eller förekomsten av åska kommer att förändras skulle vara värdefull för Banverket. I dessa fall är det dock sannolikt att det bara är att vänta och hoppas på att modellerna som används för att beräkna scenarierna utvecklas tillräckligt.

Kommunikation

Nyttan av en klimatanpassad järnväg kan ifrågasättas om övriga delar av infrastruktur och samhälle inte är lika anpassade. Därför är det viktigt att alla berörda delar av samhället arbetar i samma riktning. Detta är självklart någon som Banverket har begränsat inflytande över, men en bra början är att föra dialoger med andra aktörer vars verksamhet kan komma att direkt påverka järnvägen. Det kan röra sig om andra infrastrukturprojekt, som i fallet med Förbifart Stockholm i fallstudien för Mälarbanan, eller om kommunala byggplaner etcetera. Det finns alltid en risk att andra aktörer inte arbetar aktivt med klimatanpassning, i sådana fall kan Banverket fungera som en kunskapsbank inom ämnet. Det bidrar inte bara till en mer klimatanpassad järnväg utan ett mer välfungerande samhälle som helhet, vilket bör underlätta för Banverket i framtiden.

6.2 Förslag till Banverket

Instruktioner för hur arbetet med klimatanpassning ska gå till bör finnas med i de styrdokument som används i planeringsarbetet. Dessa instruktioner bör innehålla information om vilka faktaunderlag som finns, hur dessa ska tolkas och vilka åtgärder som är lämpliga när risker föreligger. Även om lösningarna förmodligen skiljer sig från fall till fall bör det finnas ett visst utrymme för att standardisera processen. Det viktiga är att den som arbetar med planering ska ha tillgång till tydliga och enstämmiga instruktioner. Klimatanpassning kan på detta viset bli en integrerad del av planeringsprocessen istället för att vara en fristående analys, vilket bör minska tidsåtgången.

När det gäller planeringsunderlag i form av exempelvis översvämningskartor kan det vara värt att ta en mer aktiv roll än vad Banverket gör idag. Istället för att passivt vänta på att nya underlag ska tas fram skulle Banverket kunna samarbeta med exempelvis SMHI, SGI och MSB. På det viset kan underlagen utformas på ett sätt som gör dem maximalt användbara i planerandet av järnväg. Som ett exempel kan nämnas Lantmäteriets nya höjdmodell. Efter datainsamlingen återstår för Lantmäteriet att omvandla miljarder och åter miljarder höjdkoordinater till en användbar produkt, här skulle Banverket eventuellt kunna påverka slutproduktens utseende.

Det är tydligt att arbetet med klimatanpassning omfattar väldigt många olika ämnesområden. Att hålla sig uppdaterad inom ämnet kräver en hel del tid. Dels till att följa framstegen inom klimatforskning och utveckling av planeringsunderlag, dels till att följa andra privata och offentliga aktörers framåtskridande. För bästa möjliga resultat i detta arbete krävs att Banverket aktivt kommunicerar och samarbetar med andra aktörer. I och med att framsteg görs på området är det avgörande att detta resulterar i förändrade faktaunderlag och styrdokument för Banverkets personal. Med tanke på hur många stora projekt Banverket driver borde dessa arbetsuppgifter tillsammans utgöra minst en heltidstjänst. Genom att ha en eller flera samordnare som sköter detta arbete finns det alltid en bestämd person att vända sig till när klimatrelaterade frågor uppstår i planeringsarbetet. Genom att analysera genomförda projekt skulle samordnaren även samla all kunskap om tidigare erfarenheter på ett och samma ställe och på det viset göra den tillgänglig för alla på Banverket.

6.3 Fortsatt arbete

Om Banverket vill gå vidare och utreda hur de ska arbeta med klimatanpassning finns det några områden som skulle kunna utredas ytterligare.

Förändrade transportbehov

Grunden för varje påbörjat järnvägsprojekt är ett transportbehov. Därför är det viktigt att undersöka om även behovet av transporter påverkas av klimatförändringar. En region borde rimligtvis kunna påverkas både negativt och positivt av klimatförändringar, till exempel i form av ändrade havsnivåer eller högre temperaturer och mindre regn. Även om det är osannolikt att ett område kommer att tömmas på invånare på grund av ogynnsamma klimatförändringar kunde detta vara en parameter när prognoser för framtida transportbehov beräknas.

Samhällsekonisk nytta

Tanken med varje projekt är att det ska vara samhällsekoniskt lönsamt. När samhällsekonisk lönsamhet beräknas tas hänsyn till vinster av bland annat kortare restid, minskade förseningar och minskade olyckskostnader. Om den befintliga järnvägen är konstruerad och lokaliserad på ett icke klimatanpassat sätt så borde den ökade graden av klimatanpassning kunna tillgodoräknas som en samhällsekonisk vinst. Genom att genomföra projektet undviker man de samhällsekoniska kostnader som framtida tillbud skulle innebära. Hur en sådan kalkyl skulle kunna se ut ligger utanför denna rapports omfattning men det krävs rimligtvis en uppskattning av sannolikheten för att en naturolycka ska ske samt vilka kostnader det skulle resultera i. Eventuellt kan den metod användas som utvecklats av SGU i forskningsprojektet Kostnadsnyttoanalys för förebyggande åtgärder mot skred och ras till följd av förändrat klimat. Rapporten beräknas bli tillgänglig under våren 2010.⁶³

Miljökonsekvensbeskrivning

Hur klimatanpassning inom ramarna för miljökonsekvensbeskrivning ska behandlas är allt för omfattande för att utredas i detta arbete. Eftersom Banverket, eller Trafikverket, just nu arbetar med att ta fram en ny handbok för miljökonsekvensbeskrivning borde den även omfatta klimatanpassning.

Modifiering av befintliga spår

Förutom att se till att de nya järnvägar som byggs är klimatanpassade så kan befintliga anläggningar behöva modifieras för att klara nya förhållanden. Den information som kan användas som underlag vid planering av ny järnväg kan sannolikt även användas för att undersöka befintliga anläggningars utsatthet. Dock finns förmodligen skillnader i vilket tillvägagångssätt som är det lämpligaste. Detta område skulle kunna utredas ytterligare.

⁶³ Jan Fallsvik

7. Referenslista

Böcker:

Grimvall m.fl. (2007). Risker i tekniska system. Studentlitteratur.

Räddningsverket. (2003). Handbok i riskanalys.

Tryckta källor:

Alm m.fl. (2006). Översiktlig sårbarhetsanalys för översvämning, skred, ras och erosion i bebyggd miljö i ett framtida klimat. SGI.

Bergström m.fl. (2006). Nivåer och flöden i Vänerens och Mälarens vattensystem – Hydrologiskt underlag till Klimat- och sårbarhetsutredningen. SMHI Reports Hydrology nr. 20.

Carlsson m.fl. (2006). Framtidens översvämningsrisker. SMHI Reports Hydrology, Nr 19

EU-kommissionen. (2007). Grönbok, Anpassning till klimatförändringar i Europa – tänkbara EU-åtgärder

Fallsvik m.fl. (2007). Översiktlig bedömning av jordrörelser vid förändrat klimat. SGI Varia 571

Försvarsdepartementet. (2009). 2009:956 Förordning för översvämningsrisker

Holgersson m.fl. (2007). Klimat- och sårbarhetsutredningen.

Hultén m.fl. (2005). Släntstabilitet i jord. SGI Varia 560:1

MSB (2001). Översiktlig översvämningskartering för Mälaren, Rapport 22

Rankka m.fl. (2005). Erosion och översvämningsrisker. SGI Varia 560:2

Regleringsbrev för budgetåret 2009 avseende Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. Regeringsbeslut 68, 2008-12-18 M2008/4694/A.

Rodhe m.fl. (2007). Grundvattennivåer i ett förändrat klimat

Rosby Centre regionala klimatscenarier - summering av viktiga resultat från regionala klimatscenarier baserade på regional klimatmodellering. (2009)

Rydell m.fl. (2006). Omfattning av stranderosion i Sverige – översiktlig kartläggning av erosionsförhållanden – Kartor. SGI Varia 543:2

Stockholm Vatten (2007). Bällstaån – uppbyggnad av hydrologisk modell samt beräkningar av kapacitet, översvämningsrisk och vattenkvalitet. Projektnr. 6019.

Stockholm Vatten. (2008). Igelbäcken – uppbyggnad av hydrologisk modell samt beräkningar av vattenbalans, geohydrologi och föroreningar. Projektnr. 6020.

Tryckta källor från Banverket.

Banverket. (2000). Järnvägsplan – enligt lag (1995:1649) om byggande av järnväg

Banverket. (2006). Förstudie slutrapport Mälarbanan Tomtebodavägen-Kallhäll

Banverket. (2007). Bilaga B2 till Klimat- och sårbarhetsutredningen, påverkan på järnvägssystemet.

Banverket. (2007). Bilaga B2 till Klimat- och sårbarhetsutredningen, påverkan på järnvägssystemet

Banverket. (2008). Förstudie och järnvägsutredning; tillåtlighetsprövning – enligt lag (1995:1649) om byggande av järnväg

Banverket. (2008). Järnvägsutredning utställningshandling Mälardalens län Tomtebodavägen-Kallhäll

Banverket. (2008). Järnvägsutredning MKB Mälardalens län Tomtebodavägen-Kallhäll

Banverket. (2009). PM -Utredning kring vattennivåer och flöden i Bällstaån

Banverket. (2010). Järnvägsplan MKB Mälardalens län Tomtebodavägen-Kallhäll

Hemsidor:

www.sgu.se/sgu/sv/produkter-tjanster/tjanster/kartvisare_jord.html

www.map.stockholm.se/kartago/kartago_fr_sth.html

www.smhi.se/klimatdata/klimatscenarier/scenariokartor

www.smhi.se/klimatdata/klimatscenarier/klimatanalyser/Sveriges-lans-framtida-klimat

www.vv.se/Vagarna/Vagprojekt/Stockholms-lan/Forbifart-Stockholm/

www.ipcc.ch

www.sgu.se/sgu/sv/samhalle/risker/skred_s.htm

www.lantmateriet.se/templates/LMV_Page.aspx?id=15128

Telefonintervjuer:

Håkan Persson. Sveriges Geologiska Institut. 2010-01-26.

Victoria Svahn. Sveriges Geologiska Institut. 2010-01-26.

Jan Fallsvik. Sveriges Geologiska Institut. 2009-12-17.

Bilagor

Bilaga 1.

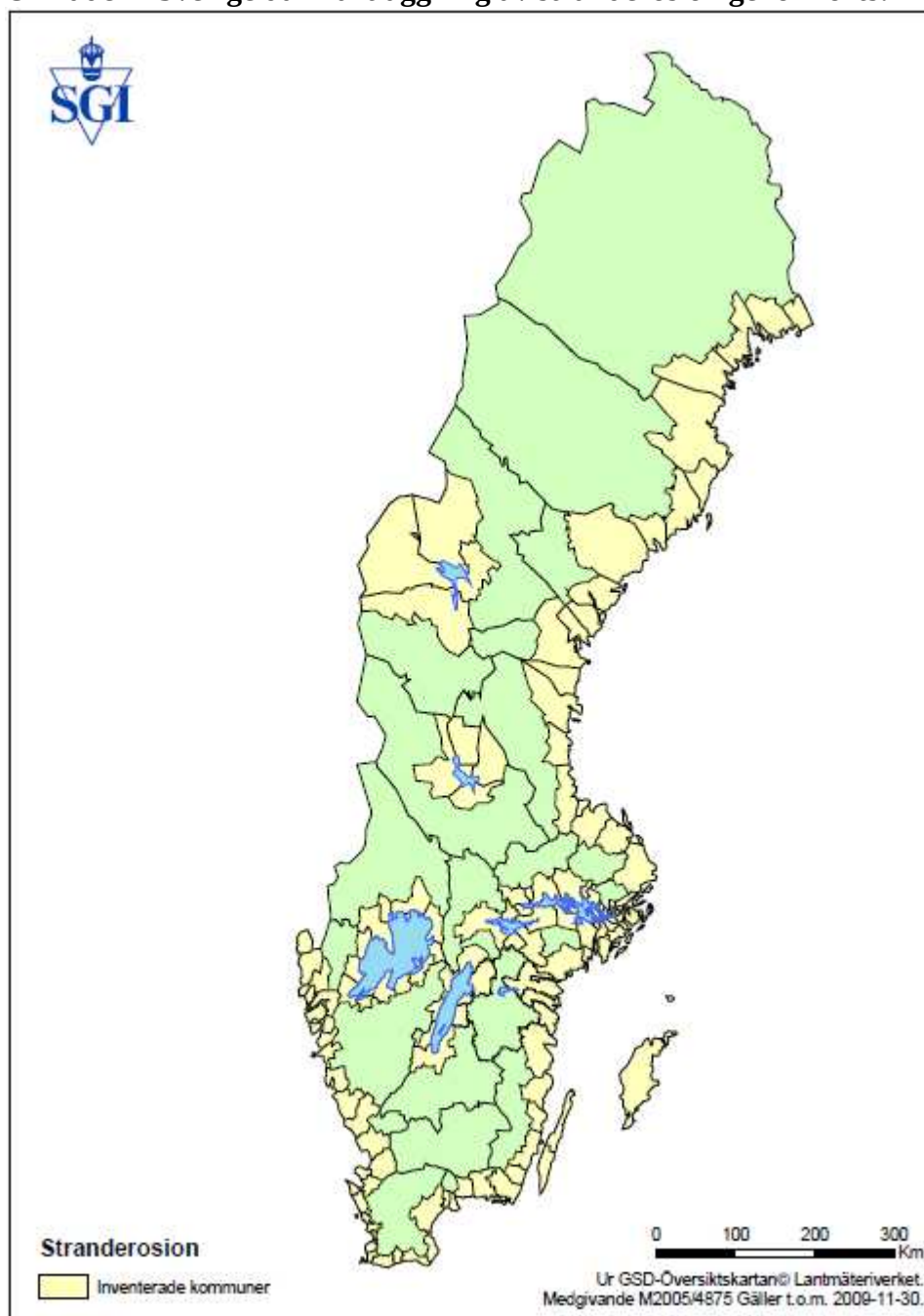
Översvämningskarterade vattendrag:

Arbogaån
Byälven
Dalälven
Delångersån
Emån
Faxälven
Fjällsjöälven
Fyrisån
Gävleån
Gullspångsälven
Göta älv och Nordre älv
Hedströmmen
Helge å
Indalsälven
Kalixälven
Klarälven
Kolbäcksån
Kungsbackaån
Lagan
Lidan och Flidan
Ljungan
Ljusnan
Lyckebyån
Motala ström
Moälven
Mälaren
Mölndalsån
Mörrumsån
Nissan
Norrtäljeån
Norsälven
Nyköpingsån
Oxundaån
Pauliströmsån
Piteälven
Råån
Rönne å
Silverån
Skellefteälven
Stångån
Suseån
Svartån-Hjälmaren-Eskilstunaån
Svartån Motala ström
Svartån Västerås
Säveån

Tabergsån
Testeboån
Tidan
Trosaån
Tyresån
Tämarån
Umeälven
Upperudsälven
Vindelälven
Viskan
Voxnan
Vänern
Västerdalsälven
Ångermanälven
Åselegrenen
Ätran
Örekils- och Munkedalsälven

Bilaga 2.

Områden i Sverige där kartläggning av stranderosion genomförts:



Översikt - inventerade kommuner med stränder vid kuster och insjöar.