

Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys Botkyrka

För Botkyrka kommun

Philip Thörn

Marcus Liljeberg

Emma Jonsson

2010-09-03

Arkivnummer:

Rapporten godkänd:
2010-09-03

Innehållsförteckning

Förord		s. 3
Sammanfattning		s. 4
Karta 1.	Översikt Botkyrka	
Karta 2a.	Norsborg	
Karta 2b.	Norsborg	
Karta 3a.	Norsborg, Hallunda, Fittja, Alby	
Karta 3b.	Norsborg, Hallunda, Fittja, Alby	
Karta 4a.	Tullingesjön	
Karta 4b.	Tullingesjön	
Karta 6a.	Tullinge flygplats	
Karta 6b.	Tullinge flygplats	
Karta 7.	Vårsta	
Karta 8a.	Kaggfjärden	
Karta 8b.	Kaggfjärden	
Karta 9a.	Näslandet	
Karta 9b.	Näslandet	
1.	Uppdraget och genomförandet	s. 8
1.1	Bakgrund	
1.2	Uppdraget	
1.3	Metod och material	
2.	Klimatförändringar i Sverige och Östra Svealand	s. 10
2.1	Klimatförändringar i Sverige	
2.2	Klimatförändringar i Östra Svealand	
3.	Konsekvenser för bebyggelse i Botkyrka kommun	s. 16
3.1	Byggnadskonstruktioner och inneklimat	
3.2	Översvämning av bebyggelse	
3.2	Ras, skred och erosion	
3.3	Kusterosion	
3.4	Föroreningsspridning	
4.	Konsekvenser för infrastruktur i Botkyrka kommun	s. 27
4.1	Elsystem	
4.2	Fjärrvärme	
4.3	Dricksvattenförsörjning	
4.4	Dagvatten- och avloppssystem	

- 5. Konsekvenser för kommunikationer i Botkyrka kommun s. 38
 - 5.1 Vägar
 - 5.2 Järnvägar
 - 5.3 Sjöfart

- 6. Konsekvenser för hälsa s. 46
 - 6.1 Extremtemperaturer
 - 6.2 Smittspridning

Bilaga 1. Havsnivåhöjning

Referenser

Förord

Klimat- och sårbarhetsutredningen SOU 2007: 60 konstaterade att Sverige i hög grad kommer att påverkas av klimatförändringarna och det är nödvändigt att påbörja anpassningen till ett förändrat klimat. Med anledning av ovanstående samt för att ta fram ett underlag för den kommande översiktsplan gav Botkyrka kommun i maj 2010 IVL Svenska Miljöinstitutet i uppdrag att utföra en översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys av kommunen.

Uppdraget har genomförts av projektgrupp bestående av Philip Thörn (projektledare), Marcus Liljeberg och Emma Jonsson. Flera personer på IVL, Jenny Gode, Anna Jarnehammar och Tony Persson, har bidraget med expertutlåtanden och synpunkter. Christina Frost, vik. projektledare klimatanpassning Länsstyrelsen i Stockholm, har lämnat synpunkter på utredningen.

Uppdraget är genomfört.

Stockholm, 2010-09-03

/Philip Thörn
Marcus Liljeberg
Emma Jonsson

Sammanfattning

Syftet med uppdraget har varit att undersöka hur klimatförändringarna kommer att påverka Botkyrkas geografiska område, hur Botkyrka bör planera för att undvika ökad sårbarhet samt föreslå anpassningsåtgärder.

Botkyrka kommun kommer i hög grad att påverkas av klimatförändringarna, t.ex.:

- Risken för översvämningar vid Mälaren och Östersjön, främst områden i Fittja, Alby och Tullinge, kommer att öka.
- Risken för ras och skred kommer att öka. Främst kommer områden som redan idag löper en risk för ras och skred att drabbas men även andra områden, särskilt i Alby och Tullinge, ligger i farozonen.
- Hela Stockholmsregionen kommer få en försämrad dricksvattenkvalitet.
- Dag- och spillvattennäten i Botkyrka riskerar att bli överbelastade med åtföljande översvämningar och bräddningar.
- Risken för skador på kommunikationer och infrastruktur kommer att öka. Vagnätet är framförallt utsatt för översvänningsrisken vid Södertäljevägen E4/E20 medan järnvägen är särskilt utsatt vid Tullinge, då den ligger på mark med betydande ras- och skredrisk.
- Ökade hälsorisker, t.ex. ökad risk för värmeböljor och smittspridning, väntas i hela kommunen.
- Ökad risk för lokala översvämningar i samband med intensiva och långvariga regn. Framförallt kommer områden med mycket hårdgjorda ytor, t.ex. Norsborg och Tumba, att drabbas.
- Förhållanden för byggnadskonstruktioner kommer att förändras i hela kommunen.

Botkyrka kommun bör vidta, eller verka för att ansvariga myndigheter vidtar, anpassningsåtgärder för att minska sårbarheten för klimatförändringar. Vissa områden förväntas drabbas i högre utsträckning, varför det är särskilt nödvändigt att vidta åtgärder i dessa områden:

Hela Botkyrka kommun

Kommunen bör/ska

- Ta hänsyn till klimatförändringar i översikts- och detaljplaner samt bygglovsutredningar
- Anpassa äldreboenden, servicelägenheter och rehabenheter etc. med solavskärmning (markiser, trädplantering, etc.) och/eller avkylningsmöjligheter.
- Arbeta med lokal och långsiktigt hållbar dagvattenhantering, t.ex. grönytor eller lokala dammar, för att göra bebyggelseområden tåligare mot kraftig nederbörd.
- Utföra grundligare utredningar av industrier och förorenad mark i vattenskyddsområden för grundvattentäkter. Kommunen bör även verka för att stärka skyddet för grundvattentäkter.
- Verka för att förbättra råvattenskyddet för att därmed minska riskerna för att föroreningar hamnar i dricksvattentäkter. Kommunen bör även verka för att åtgärder vidtas för att undersöka huruvida dagens gränser för vattenskydd är tillräckliga.
- Vidta åtgärder i Tullinge grundvattenverk för att kunna hantera råvatten av sämre kvalitet.
- För att undvika utbrott av badsårsfeber och andra sjukdomar utöka antalet provtagningar på badplatser.
- Planera för ökade underhållskostnader avseende tak och fasader på kommunala fastighetsbeståndet.
- Samarbeta regionalt kring Mälaren för att utreda riskerna med höjda vattennivåer och saltvatteninträngning i Saltsjön samt genomföra åtgärder.
- Verka för att Stockholm Vatten vidtar åtgärder i Norsborgs vattenverk för att kunna hantera råvatten av sämre kvalitet.
- Tillsammans med Stockholm Vatten lokalisera och undersöka alternativa vattentäkter, att använda som reservvattentäkter, då Mälarens vatten riskerar att tidvis bli otjänligt i framtiden.
- Verka för att SYVAB noggrant utreder risksituationen för avloppstunneln och genomför nödvändiga skyddsåtgärder.
- Verka för att SFAB vid utbyggnader av fjärrvärmenätet tar hänsyn till förmodade ökade vattenflöden i marken, för att minska risken för brott på ledningar.

- Tillsammans med Trafikverket inventera Botkyrkas vägtrummor för att avgöra huruvida dessa är dimensionerade för den förväntade ökade mängden nederbörd.

Norsborg

Kommunen bör/ska

- Uppmana SL att vid planeringen av den nya tunnelbanedepån ta hänsyn till klimatförändringarna
- Utredda dagvattenssystemets kapacitet och eftersträva hållbar dagvattenhantering

Fittja

Kommunen bör/ska

- Utföra grundligare utredningar av all förorenad mark
- Följa Botkyrkas klimatstrategi, d.v.s. efterleva att all ny bebyggelse ska ligga minst 2.0 m (samhällsviktiga funktioner 3 m) över Mälarens medelvattennivå
- Utredda hur industriområdet ska skyddas mot översvämningar av Mälaren

Kommunen bör i samarbete andra ansvariga:

- Genomföra en sårbarhetsanalys för att närmare undersöka hur bilfärjetrafiken kan påverkas av klimatförändringarna
- Utredda hur bilfärjetrafiken, transformatorstationen och E4/E20 ska skyddas vid översvämningar av Mälaren

Alby

Kommunen bör/ska:

- Utföra grundligare utredningar av all förorenad mark
- Utföra en detaljerad ras- och skredkartering
- Utredda hur industri- och bostadsområde ska skyddas vid översvämning av Mälaren;
- Följa Botkyrkas klimatstrategi, d.v.s. efterleva att all ny bebyggelse ska ligga minst 2.0 m (samhällsviktiga funktioner 3 m) över Mälarens medelvattennivå

Kommunen bör i samarbete andra ansvariga:

- Utredda hur transformatorstationen ska skyddas vid översvämningar av Mälaren

Tullinge

Kommunen bör/ska:

- Utföra en detaljerad ras- och skredkartering
- Följa Botkyrkas klimatstrategi, d.v.s. efterleva att all ny bebyggelse ska ligga minst 2.0 m (samhällsviktiga funktioner 3 m) över Mälarens medelvattennivå
- Utredda hur bebyggelse och infrastruktur kan skyddas vid översvämning av Mälaren

Kommunen bör/ska uppmana Trafikverket:

- Utredda hur väg och järnväg kan skyddas från ras skredrisker

Tumba

Kommunen bör/ska:

- Utföra grundligare utredningar av all förorenad mark
- Undersöka hur kraftiga flöden i kulverten mellan Kvarnsjön och Tumbaån kan hanteras och utreda alternativa färdvägar för vattnet
- Utredda dagvattensystemets kapacitet och arbeta med hållbar dagvattenhantering
- Följa Botkyrkas klimatstrategi, d.v.s. efterleva att all ny bebyggelse ska ligga minst 2.0 m (samhällsviktiga funktioner 3 m) över Mälarens medelvattennivå
- Utredda hur infrastrukturen kan skyddas vid översvämning av Mälaren

Grödinge

Kommunen bör/ska

- Utföra karteringar av kustområden för att grundligare undersöka risken för översvämningar och erosion
- Följa Botkyrkas klimatstrategi, d.v.s. efterleva att all ny bebyggelse ska ligga minst 3.0 m över Östersjöns medelvattennivå
- Uppmana fastighetsägare att regelbundet få sitt brunnsvatten analyserat eftersom ett varmare och blötare riskerar försämra brunnarnas vattenkvalitet
- Undvika att exploatera områden som redan idag har otillräcklig vattentillgång och/eller dålig vattenkvalitet, t.ex. förhöjda salthalter

1. Uppdraget och genomförandet

1.1. Bakgrund

Botkyrka kommun har påbörjat arbetet med att ta fram en ny översiktsplan. Översiktsplanen är kommunens viktigaste dokument för långsiktig styrning av den fysiska samhällsplaneringen och därmed också en viktig förutsättning för en hållbar utveckling. Planen ska bidra till en utveckling som för kommunen och medborgarna ger en klimatsmart utveckling, plats att växa med fler bostäder och verksamheter, en ökad hemkänsla, en utveckling av de gröna tillgångarna och utrymme för kreativitet.

Kommunstyrelsen vill i arbetet med ny översiktsplan särskilt lyfta fram klimatfrågan. I kommunens klimatsstrategi anges det långsiktiga målet att Botkyrka ska bli klimatneutralt. Översiktsplanen ska ge förutsättningar för att nå det målet. Klimatstrategin lyfter också fram behovet av klimatanpassningsåtgärder. Med anledning av ovanstående är det viktigt att en sårbarhetsutredning finns med i ett tidigt skede av översiktsplanearbetet.

1.2 Uppdraget

Syftet med uppdraget var att ta fram en översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys som en del i kunskapsunderlaget i kommunens arbete med en ny översiktsplan. Uppdraget innebär att identifiera och analysera de viktigaste klimatfaktorerna och processerna som påverkar kommunens fysiska planering samt föreslå vilka anpassningsåtgärder som behöver vidtas.

Uppdraget genomfördes i två delar:

- Del 1: Undersökte var och hur klimatförändringarna till år 2100 kommer att påverka Botkyrkas geografiska område, den befintliga bebyggelsen och infrastrukturen.
- Del 2: Undersökte hur Botkyrka kommun i framtiden ska planera för att undvika ökad sårbarhet och ökade kostnader för klimatförändringarna. Vilka restriktioner behöver göras för ny bebyggelse och infrastruktur mm. Vilka anpassningsåtgärder kan vidtas som är relevanta i ett översiktplaneskede.

Uppdraget omfattade inte en detaljerad klimat- och sårbarhetsanalys och avgränsades till följande klimatfaktorer och sektorer:

Sektorer:

- Bebyggelse
- Infrastruktur (VA, el och fjärrvärme)
- Kommunikationer (vägar, järnvägar och sjöfart)
- Hälsa

Klimatfaktorer:

- Havsnivåhöjning
- Förändrat vattenstånd i Mälaren (med och utan Nya Slussen)
- Kusterosion
- Ras, skred och erosion
- Nederbörd
- Temperatur

1.2. Metod och material

För sårbarhetsanalysens genomförande, del 1, använde sig IVL av den metod, morfologisk metodologi¹, som användes i Klimat- och sårbarhetsutredningen. En sårbarhetsanalys, byggd på morfologisk metodologi, består av de tre delarna orsak/hot, system/sektorer samt konsekvenser. De olika faktorerna inom orsak och system kombineras och bedöms kvalitativt gentemot varandra avseende konsekvenser samt värderas. Slutsatserna ligger sedan till grund för diskussioner kring åtgärder.

För att belysa sårbarheten i ett framtida klimat har vi utgått från klimatscenarier över specifika klimatfaktorer framtagna av SMHI. Klimatscenierna bygger på globala och regionala klimatmodeller samt olika utsläppsscenarioer (se avsnitt 2.2).

Sårbarhetsanalysen bygger på tillgängligt och befintligt dataunderlag, analysresultat, kartmaterial och annan relevant information, t.ex. SMHI/Rosby Centers klimatscenariokartor/diagram över klimatfaktorer, SGI:s kartor över erosionsbenägna jordar, MSB:s översiktliga översvämnings- och stabilitetskarteringar, Klimat- och sårbarhetsutredningens del- och slutbetänkanden inkl. utredningens karteringsunderlag för Mälaren, karteringsunderlag och objektsbeskrivningar m.m. från Botkyrka kommun.

Projektgruppen har utifrån klimatscenarier och annan relevant data samt det underlag som tillhandahålls av Botkyrka kommun identifierat och övergripande analyserat var och hur klimatförändringarna kommer att påverka system/miljöer/objekt, särskilt den befintliga bebyggelsen och infrastrukturen, inom kommunens geografiska område.

Del 1, som omfattar sårbarhetsanalysen, har utgjort grund för del 2. Analysen i del 2 har fokuserat på de identifierade sårbarheterna och vilka typer av åtgärder som kan vara relevanta inom översiktsplaneringen för att undvika ökad sårbarhet framgent. Åtgärdsförslagen bygger på de åtgärdsförslag som presenterades i Klimat- och sårbarhetsutredningen.

¹ Morfologi (formlära) är en generell metod för att strukturera, analysera och värdera mångdimensionella problem som kan vara svåra att överblicka och angripa, och som ofta innehåller osäkerheter. Morfologi är en metod som kan användas för sårbarhetsanalyser, t.ex. används/användes metoden av FOI och Klimat- och sårbarhetsutredningen.

2. Klimatförändringar i Sverige och Östra Svealand

2.1 Klimatförändringar i Sverige

Sverige blir varmare och blötare

Klimat- och sårbarhetsutredningen konstaterade i sitt slutbetänkande SOU 2007:60 att Sverige kommer att bli varmare och blötare i ett framtida klimat. Om kraftfulla globala utsläppsminskningar genomförs kan temperaturhöjningarna begränsas på sikt. Viss fortsatt uppvärmning går dock inte att undvika. Nederbördsmonstren kommer också att förändras. Nederbörden kommer att öka i större delen av landet under höst, vinter och vår.

Höga flöden, översvämningar, ras, skred och erosion

Antalet dagar med kraftig nederbörd ökar under vinter, vår och höst i större delen av landet. Lokala häftiga regn, skyfall, som förekommer mest på sommarhalvåret, ökar i intensitet över hela landet. Översvämningar drabbar bebyggelse och infrastruktur. Kraftig nederbörd och ökade flöden i vattendrag liksom höjda och varierande grundvattennivåer ökar risken för ras och skred.

Kusterosion och havsnivåhöjning

Havsnivåhöjningen pågår och kommer att fortsätta i många hundra år. Till viss del motverkas havsnivåhöjningen av landhöjningen. Kusterosion kommer att drabba kustområden med lätttrörlig jord eller sand (Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2006 & 2007).

2.2 Klimatförändringar i Östra Svealand

SMHI:s klimatanalyser för olika distrikt i Sverige

SMHI har tagit fram material som visar hur klimatet kan utvecklas i Sverige under 2000-talet. Materialet² baseras på två utsläppsscenarioer³, SRES A2 (ett medelhögt scenario med en snabb befolkningstillväxt och intensiv energianvändning) och SRES B2 (ett medellågt scenario med en långsammare befolkningstillväxt och mindre energianvändning) och en global klimatmodell, den tyska modellen ECHAM4/OPYC3. De globala resultaten är nedskalade med en regional klimatmodell, Rossby Centre's regionala atmosfärmodell, RCA3. Resultaten från beräkningar med klimatmodeller har bearbetats till klimatindex för Sverige som indelats i 18 distrikt, varav ett är Östra Svealand. Beräkningarna omfattar perioden 1961-2100 (SMHI, 2010).

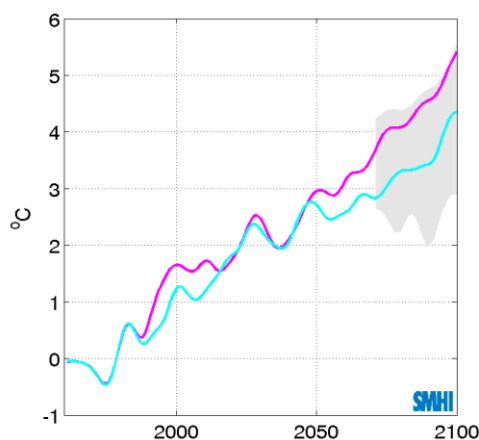
Temperaturökning i Östra Svealand

Enligt SMHI:s klimatscenarier kommer det att bli varmare i Östra Svealand i framtiden. Medeltemperaturen i Stockholmsregionen ligger idag på 5,7 grader. Vintermedeltemperaturen är 3,7 grader medan sommarmedeltemperaturen 15,5 grader. Enligt klimatscenarierna så ökar årsmedeltemperaturen fram till 2100 enligt A2-scenariot med 5 grader och enligt B2-scenariot med 4 grader. Ökningen skiljer sig mer åt i slutet av seklet, se figur 1 (SMHI, 2010).

² Andra utsläppsscenarioer och andra global- och regionala modeller kan ge delvis andra resultat

³ Samma scenarier som Klimat- och sårbarhetsutredningen använde sig av

Figur 1. Temperaturförändring i Östra Svealand



Figur 1: Beräknad temperaturförändring 1961-2100 jämfört med medelvärdet perioden 1961-1990. Kurvan visar löpande 10-årsmedelvärde för A2 (cerise) och B2 (turkos). Det grå området i perioden 2071-2100 visar spridningen av 4 regionala beräkningar med en atmosfär-hav-modell utifrån två globalmodeller och A2/B2. Källa: SMHI 2010

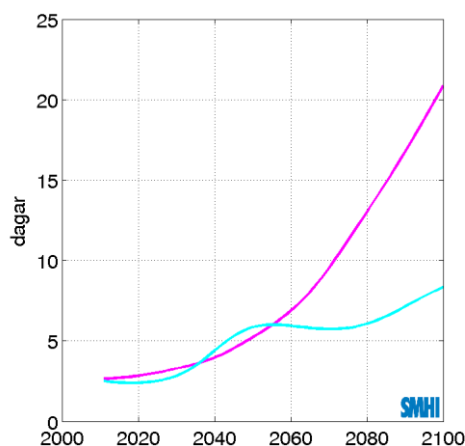
Temperaturförändring per årstid

I både scenarion är temperaturökningen störst på vintern, i scenario A2 beräknas vintertemperaturen stiga med ca 6,5 grader till år 2100 och scenario B2 med omkring 5 grader. Minst blir ökningen på sommar och höst (SMHI, 2010).

Ökad frekvens av värmeböljor

Värmeböljor med dygnsmaxtemperaturer över 20 grader beräknas bli både längre och vanligare. Särskilt scenario A2 visar på stora förändringar. Från och med perioden 2040-2070 beräknas en värmebölja inträffa varje år, se figur 2 (SMHI, 2010).

Figur 2. Sammanhängande period med dygnsmaxtemperatur över 20 grader

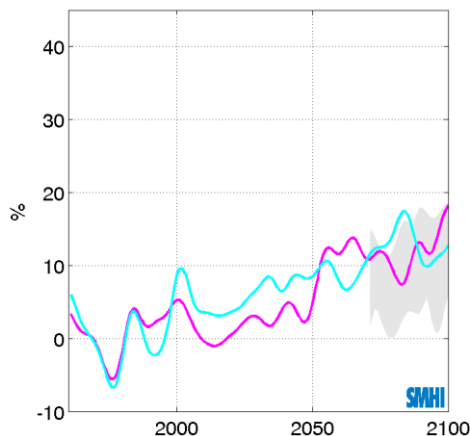


Figur 2: Beräknad förändring av längsta sammanhängande period under året med dygnsmaxtemperatur över 20 grader, A2 (cerise), B2 (turkos) Källa: SMHI 2010

Ökad nederbörd

Det kommer att bli blötare vintertid i slutet av seklet och flödena kommer att bli högre. Men vi kan också förvänta oss torrare somrar, se figur 3 (SMHI, 2010).

Figur 3. Beräknad nederbördsförändring



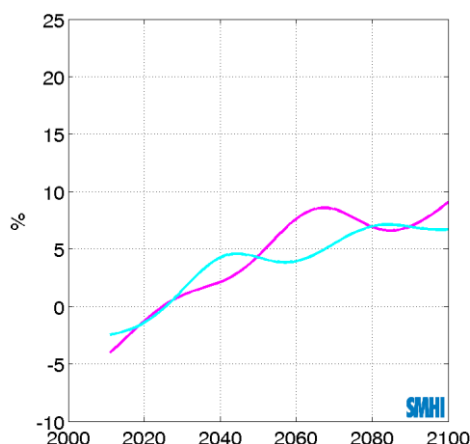
Figur 3: Beräknad nederbördsförändring 1961-2100 jämfört med medelvärdet perioden 1961-1990. Kurvan visar löpande 10-årsmedelvärde för A2 (cerise) och B2 (turkos). Det grå området i perioden 2071-2100 visar spridningen av 4 regionala beräkningar med en atmosfär-hav-modell utifrån två globalmodeller och A2/B2. Källa: SMHI 2010

I Stockholmsregionen har vi en medelnederbörd på 545 mm/år. Under vinterperioden får vi i snitt 110 mm nederbörd och under sommaren 185 mm. Den beräknade årsnederbörden varierar ganska mycket från år till år. Men trenden visar att den kommer öka med ungefär 15 % för båda scenarierna. Till 2100 kommer nederbörden att öka för alla säsonger utom för sommaren i både scenario A2 och B2. Störst blir ökningen vintertid i scenario A2 med nästan 60 %. Under sommaren kommer istället nederbördsmängden att minska, med 20 % för scenario A2 och med 10 % för scenario B2 (SMHI, 2010).

Extrem 7-dygnsnederbörd beräknas som den maximala nederbörden under 7 sammanhängande dagar. Den följs åt i de båda scenarierna och beräknas öka med 5-10 % till år 2100, se figur 4.

Extrem dygnsnederbörd är beräknat som antalet dagar med nederbörd över 10 mm. Medelvärdet för båda scenarierna väntas öka med 4-5 dagar till år 2100. Nederbörden beräknas öka markant under vintern och det väntas en fördubbling av den del av nederbörden som faller som regn. Detta leder till att perioden med snötäcke minskar, i genomsnitt kommer den bli cirka 60 dagar kortare till år 2100 (SMHI, 2010).

Figur 4. Beräknad förändrad extrem 7-dygnsnederbörd



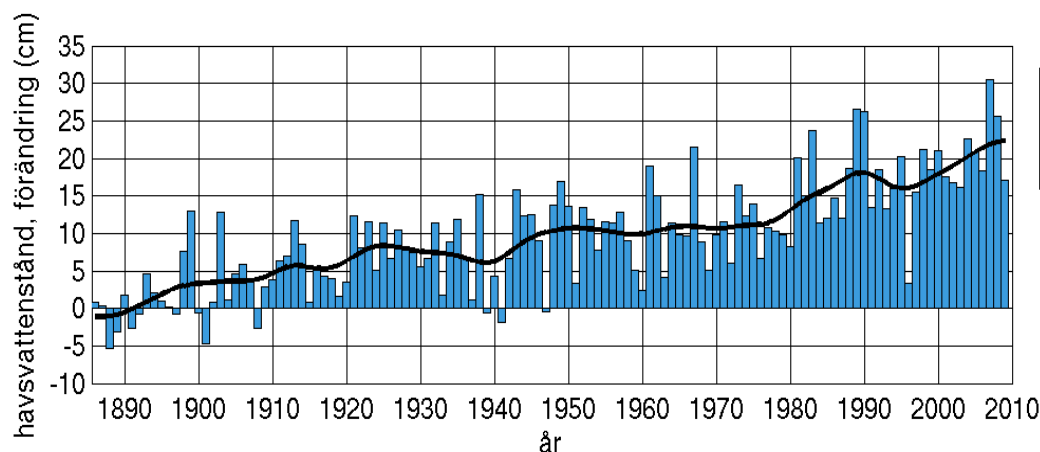
Figur 4: Beräknad förändring av nederbördsmängden under 7 sammanhängande dygn (%), A2 (cerise), B2 (turkos) Källa: SMHI 2010

Havsnivå

Under perioden 1961–2003 har världshavens nivå stigit med knappt åtta centimeter, se figur 5. Denna stigning kan dels förklaras med en expansion av havsvattnet i samband med uppvärmning av världshaven och dels med avsmältningen av glaciärer. Under perioden 1993–2003 har stigningen varit ungefär dubbelt så snabb som under de senaste fyrtio åren. Ökningen av stigningshastigheten beror främst på en ökande expansion av havsvattnet som en följd av uppvärmningen.

Ökningen av havsvattenståndet globalt kommer att medföra ökande vattenstånd också i Östersjön. Denna ökning motverkas delvis av landhöjningen, men förstärks av att frekvensen västvindar väntas öka. De extrema högvattnen väntas öka mer än medelvattenståndet (Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007).

Figur 5. Havsvattenståndets förändring 1890-2010



Figur 9: Havsvattenståndets förändring 1890-2010
Källa: SMHI 2010

Dagens medelvattennivå i Östersjön ligger på -0,35 meter i RH00. Vattennivån i Östersjön fluktuerar kraftigt och högsta högvattenstånd i Stockholm motsvarar cirka 0,85 meter i RH00 (Stockholm Vatten, 2007). Flertalet osäkerhetsfaktorer förekommer vad gäller att bedöma det framtida havsvattenståndet men vi har i utredningen valt att använda oss flertalet aktuella forskningsrapporter vilka samtliga pekar mot en höjning av medelvattennivån motsvarande ca 1 meter till år 2100 (se Bilaga 1). När det gäller att bedöma det högsta vattenståndet har vi använt oss av en nivå motsvarande 120 centimeter över medelvattenståndet, vilket motsvarar dagens extremvärde, både när vi uppskattar dagens och år 2100 högsta vattenstånd. Detta eftersom högsta vattenståndets nivå över medelvattennivån inte bedöms förändras i ett förändrat klimat, (pers.kom Bergström, 2010). Se tabell 1.

I samband med att man bedömer det framtida havsvattenståndet i Östersjön måste ta hänsyn till den framtida landhöjningen. Landhöjningen, som beror på att Sverige under istiden trycktes ner och nu sakta stiger igen, i Sverige är inte homogen utan varierar i hela landet. Enligt lantmäteriet stiger Stockholmsregionen med 5,2 mm per år (SMHI, 2010). Tabell 1 redovisar vilka havsnivåer vi använder oss av och hur vi tagit hänsyn till landhöjningen i Stockholmsområdet.

Tabell 1. Havsnivåhöjning och landhöjning

	Havsnivå höjning (m)	Landhöjning (m)	Resultat (m)	Medelvatten- nivå i RH00	Högsta vattenstånd i RH00
Dagens nivå	0	0	0	-0,35	+0,85 (i)
Nivå år 2100	1	0,52	0,48	+0,13 (ii)	+1,33 (iii)

i) +0,85 m (inklusive vindpåverkan) i RH00

ii) -0,35 m år 2010 plus 1 m havsnivåhöjning minus 0,52 m landhöjning = +0,13 m i RH00

iii) +0,13 m plus 1,2 meters vid högsta vattenstånd = +1,33 m i RH00

Källa: SMHI, 2010 och Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007

Mälaren

Klimatförändringarna kommer inte i någon större grad att påverka de höga vattenstånden i Mälaren⁴. Redan i dagsläget är dock risken för översvämningar överhängande. Mälarens medelvattennivå är i dagsläget +0,33 i RH00. Hundraårsflödet, inklusive vindpåverkan, bedöms till +1,30 i RH00 och det dimensionerande flödet, inklusive vindpåverkan, +2,30 i RH00, se tabell 4 (Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2006 & Olsson, Dahné och Andreasson, 2009).

Klimatförändringarna kommer att öka förekomsten av låga vattenstånd och de låga vattenstånden kommer att bli lägre än dagens nivåer. Det kommer också att bli längre perioder med mycket lågt vattenstånd. Lägsta vattenståndet i Mälaren under reglerad tid var 1976 då nivån låg på -0,12 i RH00. Prognoser visar att nivåer motsvarande -0,24 i RH00 kan inträffa inom de närmsta 90 åren (Olsson, Dahné och Andreasson, 2009).

Vid normala vattenstånd avbördas Mälaren, med en medelvattenföring motsvarande 162 m³/s, från Södertälje kanal och Norrström. Mälaren är dock en reglerad sjö med en vattendom från 1968, vilken i detalj reglerar både hantering av lågvatten och högvatten i Mälaren. Den sammantagna avbördningskapaciteten vid de olika avtappningsställena i Mälaren är 826 m³/s, se tabell 3.

⁴ Stockholm stad utreder i dagsläget hur klimatförändringarna kan påverka flödena i Mälaren och hur en ökad avtappningskapacitet i och med nya Slussen kan påverka flödena. Resultaten från denna studie är ännu inte offentliga men förhandsinformation pekar mot att det dimensionerade flödet i Mälaren kan bli högre, motsvarande cirka 2,6 meter i RH00, än de nivåer som framlades i Klimat- och sårbarhetsutredningen och av Olsson, Dahné och Andreasson. Ett högre dimensionerande flöde kan innebära ytterligare konsekvenser för Botkyrka. Efter rådfrågande av SMHI och med anledning av att studien ännu inte är offentlig använder vi oss av Klimat- och sårbarhetsutredningens nivåer.

Tabell 3. Avtappningskapacitet (m³/s) från Mälaren

Avtappningsställe	Kapacitet (m ³ /s)
Riksbrodammen	225
Stallkanalen	126
Slussen vid Karl Johans torg	160
Avtappningskanalen vid Karl Johan slussen	129
Hammarby slussen	70
Södertälje sluss	70
Kulverten vid Skanstull	9
Lucka vid sjön Maren i Södertälje	7
Totalt:	826

Källa: Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2006

Enligt planerna ska ombyggnaden av Slussen medföra att avtappningsmöjligheterna från Mälaren ökas från 800 till 2 000 m³/s. Utökade avtappningsmöjligheter innebär att översvämningsriskerna i Mälaren kommer att minska. Med utökade avtappningsmöjligheter beräknas ett 100-års flöde nå nivån +0,73 i RH00 och ett dimensionerat flöde nå nivån +0,98 i RH00. Vattendomen ska också ändras för att möjliggöra att Mälarens nivåer ska kunna variera mera, vilket ökar buffringskapaciteten vid lågvatten. Förhoppningen är att Mälarens lågvatten inte ska understiga +0,16 i RH00 i framtiden (Exploateringskontoret, Stockholm stad, 2009).

I vår undersökning har vi undersökt hur ett hundraårsflöde respektive ett dimensionerande flöde idag och år 2100, dels med ombyggnad av Slussen dels utan ombyggnad av Slussen, kommer att påverka Botkyrka. Tabell 4 redovisar vilka nivåer vi har använt i vår studie.

Tabell 4. Mälarens nivåer idag och år 2100, med och utan ökad avtappningskapacitet i Slussen

	Lägst nivå i RH00 (m)	Medelnivå i RH00 (m)	100-års flöde i RH00 (m)	Dimensionerande flöde i RH00 (m)
Mälarens nivå idag (utan Nya Slussens avtappningskapacitet)	-0,12	0,33	1,3	2,3
Mälarens nivå år 2100 (utan Nya Slussens avtappningskapacitet)	-0,24	0,33	1,3	2,3
Mälarens nivå idag (med Nya Slussens avtappningskapacitet)	0,16	0,33	0,73	0,98
Mälarens nivå år 2100 (med Nya Slussens avtappningskapacitet)	0,16	0,33	0,73	0,98

Källa: Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2006; Olsson, Dahné och Andreasson, 2009 & Exploateringskontoret, Stockholm stad, 2009

3. Konsekvenser för bebyggelse i Botkyrka kommun

Botkyrka kommun är uppdelad i sju kommundelar: Alby, Fittja, Hallunda och Norsborg är tätbefolkade delar i norra Botkyrka, Tullinge och Tumba är tätbefolkade delar i centrala Botkyrka och Vårsta/Grödinge är delar i södra Botkyrka. Vårsta är tätort medan Grödinge är landsbygd. I kommunen finns cirka 32 000 bostäder varav ungefär 2/3 är flerbostadshus och 1/3 är småhus (Botkyrka, 2010).

3.1 Byggnadskonstruktioner och inneklimat

”Klimatförändringar kan allvarligt påverka befintliga och framtida byggnadskonstruktioner. Ökad nederbörd medför större risk för fukt och mögelskador samt överfulla avloppssystem och översvämningar av källare. Det yttre underhållsbehovet kommer att öka. Den ökade temperaturen ger ett minskat uppvärmningsbehov, men samtidigt kommer kylbehovet att öka.” (Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007)

Tabell 5. Byggnadskonstruktioner och inneklimat

Känsliga klimatfaktorer	Systemtyper	Systemnivå
Temperaturökning	Klimatskal ⁵	Låg bebyggelse
Höga temperaturer sommartid		Fritidshus
Solinstrålning		Friliggande bebyggelse
Ökad nederbörd		Hög bebyggelse
Kraftig nederbörd / skyfall		Sluten bebyggelse
Långvarig nederbörd		Industrier
Högre luftfuktighet och temperatur		
Nollgenomgångar		
Snölast		
Extrema vindlaster		

Källa: Bilaga B11 & B17, Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007

Systembeskrivning

I kommunen finns cirka 32 000 bostäder varav ungefär 2/3 är flerbostadshus och 1/3 är småhus.

Högre temperaturer sommartid

I Botkyrka kommun beräknas uppvärmningsbehovet minska med cirka 35 %. Men antalet dagar med kylningsbehov väntas öka. I lokaler kommer komfortkylningsbehovet vara störst.

Tak på småhus, lokaler och industrier som är klädda i papp kan få en förkortad livslängd. Det beror på att förslitningen ökar med en höjd temperatur. Målade fasader kan också få ökad förslitning och oftare ommålningar kan krävas vid högre temperaturer.

⁵ Ytterväggar, tak, grund, fönster och dörrar

Solinstrålning

Enligt SMHI kommer antalet timmar med solinstrålning inte att förändras nämnvärt (SMHI, 2010)

Kraftig nederbörd/ skyfall, långvarig nederbörd och slagregn

Slitaget på utvändiga material kommer att öka. Avrinning från tak kan behöva ses över så att väta inte når fasader. Puts är extra känsligt och tål inte konstant väta. Ökade slagregn kan också ge fler frostsprängningar vilket riskerar att spräcka putsen och då ge underliggande konstruktionsskador. Träfönster kan också behöva mer underhåll då kondensen väntas öka och ommålning kan behövas göras oftare. Om perioder med hög luftfuktighet blir längre kommer skador på kryppgrunder bli vanligare. Tabell 5 sammanfattar olika klimatförändringars effekt på byggnadskonstruktioner.

Tabell 5. Olika klimatfaktorerers övergripande påverkan på byggnader

Klimatfaktor	Effekt
Snölast	Maximal snölast räknat som snöns vatteninnehåll minskar generellt. Av klimatscenarierna framgår enstaka höga extremvärden i södra Sverige. Detta indikerar snarast ett behov av ökad forskning kring denna faktor.
Nederbörd	Ökad nederbördsmängd ökar risken för översvämningar av avloppssystem och källare samt risken för ras och skred samt ökat slitage av utvändiga material.
Slagregn (horisontell nederbörd)	Ökad frekvens av intensiva regn och slagregn ger ökad risk för fukt- och rötskador samt eventuell frostsprängning på byggnadsmaterial.
Temperaturökning	Ökad temperatur ger minskat uppvärmningsbehov med 10-40 procent, beroende på landsdel, samt ökat kylbehov. En temperaturökning kan medföra allvarliga hälsokonsekvenser ifall inte åtgärder vidtas.
Nollgenomgångar	Ökad temperatur ger minskat uppvärmningsbehov med 10-40 procent, beroende på landsdel, samt ökat kylbehov. En temperaturökning kan medföra allvarliga hälsokonsekvenser ifall inte åtgärder vidtas.
Högre luftfuktighet	Luftfuktigheten ökar i norr under hela året, medan den minskar i söder under sommaren. Detta innebär ökad risk för fuktskador och korrosion, ökat antal frostsprängningar i putsade fasader i norr och snabbare nedbrytning av utvändiga material.
Högre luftfuktighet och högre temperatur	Kombinationen ger ökad risk för mögel, röta (rötskadat trä har nedsatt hållfasthet) och insektsangrepp
Extrema vindlaster	En eventuell ökning av extremvind ger ökat antal stormskador. Luftrörelser inuti byggnader påverkas, vilket ger ökat värmebehov.

Källa: Bilaga 17, Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007

Förslag på klimatanpassningsåtgärder:

- Kommunen bör i framtiden ta med klimatfaktorer i detaljplaner och bygglovsutredningar, t.ex. erbjuder nya PBL större möjligheter att villkora DP för bygglov till dess att förebyggande åtgärder vidtagits. Försiktighetsprincipen bör tillämpas, d.v.s. områden som kan vara i riskzonen för översvämningar bör ej bebyggas.
- Kommunen bör förbereda för värmeböljor genom att solavskärma fönsterytor och skugga ytor med trädplantering.
- Kommunerna bör planera för ökade underhållskostnader avseende tak och fasader på kommunala husbeståndet. Skyfall och höjda temperaturer kommer att utsätta byggnader för större slitage.
- Kommunen bör i alla nybyggda och ombyggda områden i största möjligaste mån arbeta med lokal dagvattenfördröjning för att undvika översvämningar och vattenskador.
- Kommunen bör verka för en fortsatt utbyggnad av fjärrkylennätet. I första hand bör kommunen dock arbeta med solavskärmning och gröna lösningar.

3.2 Översvämning av bebyggelse

"Landets västra och sydvästra delar väntas få översvämningar längs vattendrag oftare eller mycket oftare i ett förändrat klimat. De ökade 100-årsflödena i fjälltrakterna kan också fortplanta sig längs vattendragen är reglerade. I andra områden minskar risken för översvämningar eller kvarstår på dagens nivå. En höjd havsnivå ställer ökade krav på åtgärder och planering vid nybyggelse framförallt längs landets södra kuster, men även längs de mellersta."
(Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007)

Tabell 6. Översvämning av bebyggelse

Känsliga klimatfaktorer	Systemtyper
Förändrat nederbördsmonster	Geologi/jordarter
Ökade medelflöden, höga flöden i vattendrag och vattennivåer i sjöar och hav	Topografi
Kraftig nederbörd	Morfologi
Långvarig nederbörd	Vegetation
Ökad avdunstning	

Källa: Bilaga B14 & B15 Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007

Systembeskrivning

Botkyrka kommun gränsar till Mälaren i norr och Östersjön i söder. I norr är de stora tätortsområdena Norsborg, Hallunda, Fittja och Tullinge belägna längs Mälarens stränder. Dessutom finns ett antal sjöar i kommunen.

Ökade medelflöden och höga flöden i vattendrag samt höga vattennivåer i sjöar och hav

Även om klimatförändringarna inte kommer påverka de höga vattenstånden i Mälaren i någon större utsträckning är risken för översvämningar redan i nuläget betydande. Till dess att Slussen byggs om med högre avbördningskapacitet är flera bostads- och industriområden i Botkyrka i riskzonen för översvämningar, se bild 1 och 2. Längs Mälarstranden är det främst en dimensionerande nivå i Mälaren som kan skapa problem då ett antal byggnader tillhörande Norsborgs vattenverk ligger vid gränsen för en dimensionerande nivå. Småbåtshamnarna i Fittja kommer att översvämmas vid 100-års nivå och en dimensionerande nivå. I Alby översvämmas strandområdet av en 100-års nivå och en dimensionerande nivå kommer nå bostadsbebyggelse i Alhagen. Vid södra delen av Tullingesjön kommer bebyggelse att översvämmas vid en 100-års nivå, vid en dimensionerande nivå kommer mer bebyggelse att drabbas, främst bostäder.

Bild 1. Bebyggelse i Alhagen, Alby som riskerar att översvämmas av Mälarens dimensionerade flöde idag



Källa: Eniro, 2010

Med en nybyggd sluss som ökar avbördningskapaciteten i Mälaren minskar översvämningsskadezonen och arealer som översvämmas avsevärt. Småbåtshamnarna och Norsborgs vattenverk kommer inte att drabbas av de nya 100-års eller dimensionerande nivåerna. I Alby ligger fortfarande ett industriområde i riskzonen, men området som blir översvämmat är betydligt mindre. Längs den södra delen av Tullingesjön är det endast ett fåtal byggnader, inte bostäder, som riskerar översvämning vid en dimensionerande nivå.

Längs Botkyrkas södra kust som gränsar mot Östersjön är riskerna mindre då området inte är lika tätbefolkat som norra Botkyrka. Några enskilda hus riskerar översvämning, både i dagens högvatten och vid högvatten 2100.

Kraftig och långvarig nederbörd och ökad avdunstning

100-års flöden i vattendragen och Mälaren väntas bli samma som dagens nivåer eftersom mer nederbörd kommer att falla som regn istället för snö, vilket medför en utjämnad snösmältningssäsong. Dessutom väntas avdunstningen i Östra Svealand öka till följd av ökade temperaturer.

Det finns flera topografiska sänkor i Botkyrka kommun vilka riskerar översvämmas i samband med intensiv och långvarig nederbörd. Frekvensen av intensiv och långvarig nederbörd kommer att öka i ett förändrat klimat.

Bild 2. Industri och småbåtshamn i Alby Gård som blir helt översvämmat med dagens 100-års flöde i Mälaren, sett söderifrån.



Källa: Eniro, 2010

Förslag på klimatanpassningsåtgärder

- Kommunen bör följa Botkyrkas klimatstrategi; ny bebyggelse ska ligga minst 3.0 meter över Östersjöns medelvattennivå (+2,65 i RH00), ny bebyggelse ska ligga minst 2.0 meter över Mälarens medelvattennivå (+2,33 i RH00), nybyggnation av viktiga samhällsfunktioner ska ligga minst 3.0 meter över Mälarens medelvattennivå (+3,3 i RH00). Strategin bör följas såväl vid nybyggnation som vid ombyggnation.
- Kommunen bör skapa buffertzoner som kan absorbera vatten vid översvämningshotade stränder. Genom att anlägga våtmarker på oexploaterad mark kan man undvika översvämnningar i bebyggda områden.
- Kommunen bör överväga att valla in eller på annat sätt skydda befintlig bebyggelse som hotas av översvämnningar.

3.3 Ras, skred och erosion med risker för bebyggelse

"Klimatförändringarna med större intensivare nederbörds mängder liksom förändrade grundvattennivåer ökar sannolikt benägenheten för ras, skred och erosion. Särskilt landets sydvästra/västra delar och delar av den östra kusten är utsatta. Framförallt låg bebyggelse ligger inom de skredbenägna områdena. Inom andra områden minskar i stället risken då snösmältningssäsongen blir förlängd och vårflo den minskar liksom de höga flödena." (Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007)

Tabell 7. Ras, skred och erosion med risker för bebyggelse

Känsliga klimatfaktorer	Systemtyper
Ökad nederbörd	Jordarter
Långvarig nederbörd	
Intensiv nederbörd	
Grundvattenförändring	
Ökade medel- och höga flöden	

Källa: Bilaga 14, Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007

Systembeskrivning

Jordarters hållfasthet och benägenhet för att röra sig är beroende av sammansättning av partiklar, vatten och porer.

Ökad, långvarig och intensiv nederbörd

Nederbördsökningar påverkar jordars stabilitet negativt med inverkan på skredbenägenheten. Ökad nederbörd kan också leda till ökad avrinning och erosion som påverkar släntstabiliteten.

Nederbörden väntas öka på höst, vinter och vår och minska under sommaren. Detta ger höga vattennivåer som sedan sjunker undan och medföra att skredrisken ökar.

Ökade medelflöden, höga flöden och grundvattenförändring

Ras- och skredrisken ökar i Botkyrka beroende på ökad erosion men också på grund av ökade lokala flöden. Medelflöden och höga tillflöden till Mälaren förväntas inte ändras i framtiden, men redan i dagens situation kan väldigt höga flöden eller nivåer uppstå. Vid stränderna längs vattendrag ökar höga flöden erosionen. De mest erosionsbenägna jordarna har en kornstorlek mellan fin- och mellansand.

Längs stranden vid Norsborgs vattenverk bedöms en förutsättning för finsand finnas. Erosion kan bli ett problem i detta område. Hela Mälarstranden norr om Norsborg utsätts för erosion idag men är inte bebyggd. Udden där Fittja industriområden ligger riskerar att utsättas för erosion i framtiden då jordarterna är erosionsbenägna. Längs Tullingesjön finns flera erosionsbenägna sträckor: Vita Villorna och Hamringe, sydspetsen på Tullingesjön, och på östliga sidan längs Tullinge Strand vid Tullinge kyrka.

Några vattendrag i Botkyrka väntas också få en ökad erosionsrisk, bland annat vid ån mellan Huddingevägen och Sunnavägen i södra Tullinge, se bild 3 (SGI, 2005).

Bild 3. Område med ökad erosion-, ras- och skredrisk i södra Tullinge.



Källa: Eniro, 2010

Enligt MSB:s översiktliga stabilitetskartering⁶ finns det områden med ras- och skredrisk i Botkyrka. Allvarligast är dessa risker i de områden där de sammanfaller med ökad erosionsrisk och/eller översvämningar. Strandområdet i Alby ligger i riskzonen för översvämningar och bedöms enligt stabilitetskarteringen att ligga i stabilitetsklass 1 för ras och skred⁷. Tullingestränd är ett annat område som riskerar ökad erosion, översvämningar och har stabilitetsklass 1. Områden längs med Tullingesjöns södra, västra och norra strandlinje är utsatt för erosionsrisk. Delar av bostadsområdet Uttran i Tumba är utsatt för erosion-, ras- och skredrisk (Räddningverket, 1995 & SGI, 2005).

Förslag på klimatanpassningsåtgärder

- Kommunen bör utföra en grundligare ras- och skredkartering. Den utredning som nu finns är ålderstigen och översiktlig.
- Kommunen bör vid planering av ny bebyggelse räkna med ökade vattenflöden. Områden som riskerar att utsättas för höga flöden löper en ökad ras-, skred- och erosionsrisk. Om man vill bygga på sådan mark kan markförstärkningar bli aktuella.

⁶ Den översiktliga stabilitetskarteringen genomfördes 1995 av MSB:s föregångare Räddningsverket

3.4 Kusterosion med risker för bebyggelse

"Ökade havsnivåer och kraftigare vindar kan komma att innebära väsentligt ökade problem med stranderosion längs med kusten med konsekvenser för bebyggelse och infrastruktur. Detta kan medföra stora värdéförluster. Framförallt landets sydligaste kuster är utsatta." (Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007)

Tabell 8. Kusterosion med risker för bebyggelse

Känsliga klimatfaktorer	Systemtyper
Havets medelvattennivå	Geologi/jordarter
Våg- och strömförhållanden	Topografi
Vindförhållanden	Batymetri
	Morfologi

Källa: Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007

Systembeskrivning

Med stranderosion avses den process som leder till förlust av material, som sand och grus, från stranden och botten i strandområdet. Kusterosionen påverkas av vilken geologi som råder och sorten jordarter på land och havsbotten. Höjden på dyner och bakomliggande områden samt strandlinjens utformning är förhållanden som påverkar, likaså nivåförhållanden och lutningar på havsbotten.

Havets medelvattennivå

Havets medelnivå räknas med att stiga med cirka 0,6 m, om man tar hänsyn till landhöjningen i Stockholmsområdet. Den modell⁸ som användes i Klimat- och sårbarhetsutredningen, för att göra en generell uppskattning, menar att 1 cm höjning av havsnivån har påverkan 1 meter upp på stranden. För Botkyrkas del skulle detta innebära att cirka 60 meters påverkan, vilket skulle innebära skador på bebyggelse och på lokal infrastruktur som gator, va-system, el- och teleledningar i de södra kustnära delarna av Botkyrka kommun (Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007 & SGI, 2005).

Våg- och strömförhållanden samt vindförhållanden

Då det inte finns tillräckligt pålitliga rapporter och klara fakta på hur våg- och strömförhållanden och vindförhållanden kommer förändras bortser vi från dem.

Förslag på klimatanpassningsåtgärder

- Kommunen bör utföra en detaljerade erosionskartering av kommunens kust längs Östersjön. Karteringen kommer vara ett viktigt underlag vid eventuell framtida exploatering.
- Kommunen bör ta hänsyn till erosionsrisk i samband med hantering av bygglovsärenden och utveckling av detaljplan t.ex. erbjuder nya PBL större möjligheter att villkora DP för bygglov till dess att förebyggande åtgärder vidtagits. Bygglov bör inte ges till hus och infrastruktur som planeras på mark som är eller riskerar att vara erosionshotad. Samhällsviktig infrastruktur bör inte anläggas i dessa områden.

⁷ Stabilitetsklass 1 är de områden som har störst risk för ras och skred.

⁸ Bruun, Journal of Coastal Research, 1988

- Kommunen bör övervaka strandlinje och bottenivåer för att kunna följa eventuella förändringar, dra slutsatser om erosionsrisken ökar och eventuellt ta initiativ till att förstärkningsåtgärder vidtas och/eller införa restriktioner för bygglov.

3.5 Föroreningsspridning

"Den ökade risken för översvämningar och särskilt för ras och skred innebär att kemiska ämnen och smittämnen kan spridas från förorenad mark och gamla deponier. Det finns därför en ökad risk för förorening av framför allt gamla lokala vattentäkter och betesmark." (Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007)

Tabell 9. Föroreningsspridning

Känsliga klimatfaktorer	Systemtyper
Ökad medelnederbörd	Förorenad mark
Kraftig / intensiv nederbörd	Gruvavfall
Ökade höga flöden	Deponier
Höjd havsnivå	Industrier
Förändrade grundvattennivåer	Avloppsrening
Fluktuerande grundvattennivåer	Bensinstationer
Översvämningar	Upplag miljöskadliga ämnen
	Soptippar
	Föroreningar i sediment i vattendrag

Källa: Bilaga B13 & B14, Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007

Systembeskrivning

Botkyrka har en historia som bruksort vilket innebär att flera områden med förorenad mark finns inom kommunens gränser. Idag finns flera verksamma industrier, tippar och täkter som kan orsaka föroreningsspridning under vissa omständigheter. Föroreningar kan vara metaller och/eller organiska ämnen (Botkyrka, 2010).

Kraftig och intensiv nederbörd

Kraftig och intensiv nederbörd kan medföra att lösta och/eller partikelbundna ämnen spolats ut i sjöar och vattendrag vilket kan medföra förorening av yt- och grundvatten.

Flera områden med förorenad mark och industrier är belägna på viktiga grundvattenbildningsområden. I synnerhet är det industriområden och förorenad mark i avrinningsområdet till Tullinge vattenverk som kan skada vattenkvaliteten, se bild 4. Om kraftig och intensiv nederbörd faller över område kan det leda till skador på grundvattnet.

Bild 4. Industriområde beläget ca 350 meter i sydvästlig riktning från Tullinge vattenverk.



Källa: Eniro, 2010

Ökade höga flöden och ökad medelnederbörd

Ändrade nederbördsförhållanden och fluktuationer i yt- och grundvattnet ökar risken för erosion, ras och skred. Markföroreningar som idag ligger relativt fast i marken kan på grund av ras, skred eller erosion komma upp i markytan där de kan utgöra ett hot för människor och djur. Föroreningarna kan vara farliga på plats men också längre ned i vattnets flödesriktning. Strandområdet i Alby, områden vid södra delen av Tullingesjön och vid Rosenhill är riskområden där ras och skred bedöms som troliga och som har förorenad mark.

Höjd havsnivå

Vid Östersjökusten är det två områden med markföroreningar som riskerar att drabbas av översvämningar av högvatten i Östersjön idag och 2100.

Förändrade och fluktuerande grundvattennivåer

Som beskrivits innan ligger flera förorenade områden i skyddsområden för grundvatten. Fluktuerande grundvatten till följd av växelvis höga flöden och torka gör att kemiska förhållanden i marken kan påverkas avsevärt och de flesta markföroreningar kan då bli betydligt mer mobila. Höjda grundvattennivåer leder till ökad risk för utlakning av föroreningar i och med att nya områden utsätts för vattengenomströmning.

Översvämningar av Mälaren

Översvämningar ökar risken för spridning av föroreningar i miljön. En höjning av ytvattennivån i Mälaren leder till ökad risk för utlakning av föroreningar. Småbåtshamnen och industriområdet i Fittja är områden med föroreningar som drabbas av Mälarens 100-års och dimensionerade flöde idag, se bild 5. Strandområdet i Alby är också hotat av översvämningar i Mälaren. Även där är marken föroreningsskadad. Vid översvämning kan skadliga ämnen i den förorenade marken urlakas och hamna i Mälaren.

Bild 5. Översvämningshotat industriområde i Fittja



Källa: Eniro, 2010

Förslag på klimatanpassningsåtgärder

- Kommunen bör utföra grundligare utredningen av förorenad mark, framförallt i områden där översvämnings-, ras-, skred- och erosionsrisk föreligger. Genom att veta vilka föroreningar som finns kan man vidta lämplig åtgärder för att rena marken vid behov och minska vattentäkternas sårbarhet.
- Kommunen bör utföra grundligare utredningar av industrier och förorenad mark i vattenskyddsområden för grundvattentäkter. Grundvattenskyddet bör ses över så skadlig verksamhet ej etableras i dessa områden. Idag ligger redan flera tippor och täkter i Botkyrkas vattenskyddsområde för grundvattentäkter, och det är viktigt att se till att det inte anläggs fler då de utgör en risk mot vattenförsörjningen.
- Kommunen bör ge fastighetsägare till enskilda dricksvattenbrunnar information om och uppmana till provtagning av dricksvattnet. Då kvaliteten i enskilda brunnar väntas bli sämre är det framöver viktigt att informera om nya risker och erbjuda hushållen med enskilda brunnar att få sitt vatten analyserat.

4. Konsekvenser på infrastruktur i Botkyrka kommun

I Botkyrka kommun är en majoritet av hushållen anslutna till de centrala system för vatten, avlopp, el och fjärrvärme (Botkyrka, 2010).

4.1 Elsystem

"Klimatförändringarna innebär ökad nederbörd vilket skapar mycket goda förutsättningar för en successivt ökad vattenkraftproduktion. Detta kommer dock kräva vissa investeringar i kraftverken. Även vindkraftproduktionen bedöms kunna öka något. En ökad stormfällning på grund av förändrat skogstillstånd, minskad tjäle och kraftigare vindar kommer säkerligen fortsatt att påverka elnäten negativt, trots den omfattande markförläggning av kablar som nu pågår." (Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007)

Tabell 10. Elsystem

Känsliga klimatfaktorer	Systemtyper
Kraftig vind	Kopplingsstationer
Isbildning och snö	Transformatorstationer
Åska	Luftledningar
Salt	Kablar
Vattentillgången i mark	Telenät
Stora mängder blötsnö	Driftcentraler

Källa: Bilaga 7 & 8, Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007

Systembeskrivning

Svenska Kraftnät AB äger stamnätet. I nätet ingår de större mottagningsstationerna Botkyrkastationen och stationen vid Lindhov. Regionnätet ägs av Vattenfall Regionnät AB.

Kraftig vind

Då byvind beräknas öka med cirka 1-2 m/s till år 2100 bedöms den endast få ringa påverkan på stamnätet.

Isbildning och snö

Klimatscenarierna pekar mot en minskad isbildning vilket är positivt för luftledningar och stationer. Ett förändrat nedisningsmönster kan ställa till med problem med nederbördsnedisning av blötsnö, men eftersom snömängden i östra Svealand förväntas minska och temperaturen öka borde risken för detta samtidigt minska.

Åska

Det finns idag inget underlag för hur åskväder kan förändras i framtiden, varför vi bedömer att samma risker som idag föreligger.

Vattentillgången i mark

Två transformatorstationer i Botkyrka kommun riskerar att översvämmas vid en dimensionerande nivå innan avbördningskapaciteten i Mälaren ökar. Den ena ligger i Alby småbåtshamn och den andra vid E4/E20, Vårbybron, i Fittja.

Kraftledningsstolpar är känsliga mot att stå i vattenmättad mark under längre perioder, då detta kan ge upphov till sättningsskador. Översvämningsdrabbade områden löper också en större risk att utsättas för ras och skred som kan skada både stolpar och markförlagda kablar. Mer vatten i marken ökar också underhållskostnader då stolpar och kablar kan få ökad korrosion. Kablarna blir också känsligare för åska när vatteninträngning sker.

Förslag på klimatanpassningsåtgärder

- Kommunen bör uppmärksamma Vattenfall på att två transformatorstationer riskerar att översvämmas, och därmed slås ut, vid en översvämning motsvarande en dimensionerande nivå i Mälaren
- Kommunen bör upprätta beredskap för att två transformatorstationer riskerar att översvämmas, och därmed slås ut, vid en översvämning motsvarande en dimensionerande nivå i Mälaren
- Kommunen bör uppmärksamma Vattenfall och övriga elnätsägare på vikten av att röja ledningsgator från träd för att minska risken för nedfallande träd på elledningar

4.2 Fjärrvärme

”Ökad nederbörd med höjda grundvattennivåer ger ökad risk för markförskjutningar och översvämnningar, företeelser som allvarligt kan skada fjärrvärmenäten. Då fjärrvärmesystemen successivt bedöms kunna anpassas till ett förändrat klimat bör de inte i någon större utsträckning påverkas av klimatförändringarna.” (Klimat- och sårbarhetsutredningen 2007)

Tabell 11. Fjärrvärme

Känsliga klimatfaktorer	Systemtyper
Kraftig nederbörd	Produktionsanläggningar
Översvämnningar	Kulvertar
Höga grundvattennivåer	Drift- och underhållssystem
	Övervakningssystem

Källa: Bilaga B12, Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007

Systembeskrivning

I Botkyrka kommun är en majoritet av fastigheterna i de tätbefolkade områdena Norsborg, Fittja, Hallunda, Alby, Tumba, Vårsta och Tullinge anslutna till fjärrvärmenätet. Den största delen av värmen kommer från Igelstaverket i Södertälje, där biobränsle dominerar som värmekälla. Fittja värmeverk används för närvarande som reservverk.

Kraftig nederbörd och höga grundvattennivåer

Risken för markförskjutningar ökar till följd av ökad nederbörd. Det kan leda till skador på ledningsnätet för fjärrvärme. Ökade mängder regn kan ställa till problem med rörkulvertar, med rörbrott som följd.

Översvämningar

Fittja värmeverk kommer inte drabbas av översvämningar av Mälaren motsvarande 100-års eller dimensionerande nivåer. Verket ligger inte i en sänka i landskapet och bör därför även klara sig från översvämningar från skyfall och långvariga regn. Fjärrvärmeledningar som ligger nära vattendrag kan allvarligt påverkas, då översvämningar kan medföra ras, skred och/eller sättningar vilket kan skada ledningarna.

Förslag på klimatanpassningsåtgärder

- Kommunen bör vid en eventuell utbyggnad av fjärrvärmenätet verka för att SFAB ta hänsyn till förmodade ökade vattenflöden i marken för att minska risken för brott på ledningar.
- Kommunen bör verka för att fjärrvärmesystemet har goda dräneringsmöjligheter

4.3 Dricksvattenförsörjning

"Konsekvenserna för dricksvattenförsörjningen blir avsevärd. Kvaliteten på råvatten i vattentäkterna kommer sannolikt att försämrats med ökade humushalter och ökad förorening av mikroorganismer. Risken för avbrott och förorening av dricksvattnet ökar med ökade risker för översvämningar, ras och skred." (Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007)

Tabell 12. Dricksvattenförsörjning

Känsliga klimatfaktorer	Systemtyper
Minskad nederbörd	Tillrinningsområde
Intensiv nederbörd / skyfall	Ytvattentäkt
Värmeböljor	Vattenverk
Översvämningar	Ledningsnät
Ökad tillrinning	Tryckstegringsstationer
Höjd havsnivå	Grundvattentäkt
Saltvatteninträngning	Skyddsområde
Ökade humushalter och algblomning	Vattenreservoar
Ökade risker för föroreningar	
Ökad vattentemperatur	

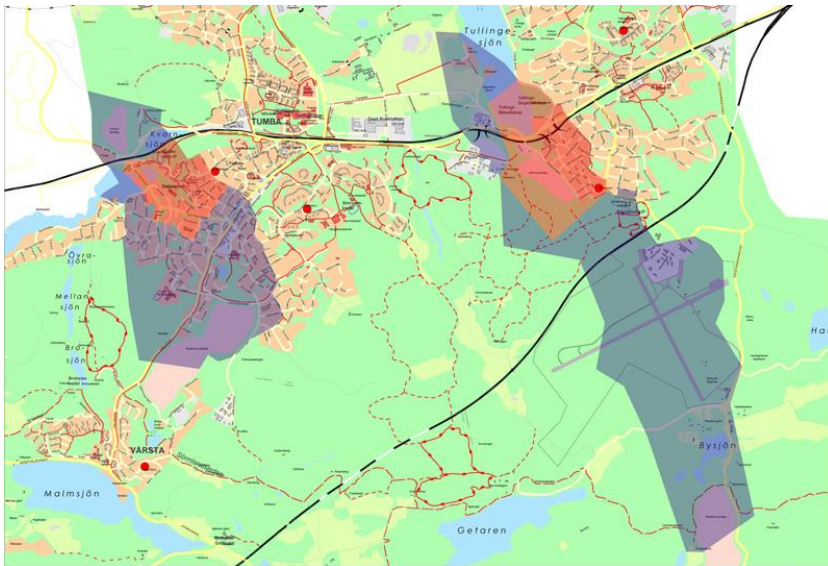
Källa: Bilaga B13, Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007

Systembeskrivning

Nästan hela Botkyrka kommun är anslutet till de kommunala vattenledningarna. Vattnet kommer från Norsborgs vattenverk och Tullinge grundvattenverk. Norsborgs vattenverk drivs av Stockholm Vatten som tar sitt råvatten från Mälaren och en mindre del från Bornsjön. Tullingeverket är ett grundvattenverk som drivs av Botkyrka kommun. Landsbygdsområdena i Grödinge saknar i huvudsak kommunal vattenförsörjning. Istället tar hushållen i dessa områden sitt dricksvatten direkt från grundvattnet via enskilda brunnar.

Genom Botkyrka kommun löper två grusåsar från norr till söder. Åsarna utgör stora och viktiga reservoarer för grundvattenförsörjningen av hela Stockholmsområdet, både som dricksvattenmagasin och som tillflöde till områdets vattendrag (Botkyrka, 2010 & 2008).

Figur 13. Botkyrkas vattenskyddsområden för grundvatten.



Källa: Botkyrka, 2010

Minskad nederbörd

På sommaren blir vattnet i Mälaren temperaturskiktat, varmare vatten på ytan och kallare närmare botten, vilket medför minskad omblandning av vattnet. I dag tas råvatten till Norsborgs vattenverk från det kallare vattnet längre ner där det är liten risk för ytliga föroreningar. Om temperaturen stiger samtidigt som vattenståndet i Mälaren sjunker kan det varmare ytvattnet nå ända ner till vattenintaget. Det kan leda till problem med höjd vattentemperatur och med ett minskat skydd mot ytliga föroreningar som dagvatten och bensin och oljespill från båttrafik.

Perioder med torka kan ge minskad kapacitet i mindre grundvattentäkter. De två rullstensåsarna som löper genom Botkyrka är stora grundvattenmagasin och väntas därför inte få problem.

Enskilda dricksvattenbrunnar i södra Botkyrka kan få problem med vattenbrist. Det är främst grävda eller grunda bergborradebrunnar som kan få problem med vattenbrist sommartid då nederbörden väntas minska samtidigt som behovet är störst. En negativ effekt av minskad grundvattenbildning sommartid är att det kan komma att resultera i en ökad halt lösta ämnen, vilket ger en försämrad vattenkvalitet (Svenskt Vatten 2007).

Intensiv nederbörd/skyfall och lokala översvämningar

I enskilda brunnar kommer det uppstå kvalitetsproblemet till följd av inträngande förorenat ytvatten i samband med skyfall och kraftigt regn (Svenskt Vatten 2007).

Översvämning av Mälaren

Vattenverket i Norsborg påverkas inte av en 100-års nivå i Mälaren idag, däremot kan råvattenkvaliteten i Mälaren försämrast. Vid ett dimensionerat flöde idag kommer ett av de två råvattenpumpverken att översvämmas. Normal produktion kan dock fortfarande upprätthållas. Översvämningar kan innebära att råvattenkvaliteten försämrast på grund av ökad förekomst av organiskt material och turbiditet. Dessutom ökar risken för starkt förorenat råvatten.

Ett antal områden, med vattenledningar i marken, riskerar att drabbas av översvämningar vilket kan leda till ras, skred och ledningsbrott (Svenskt Vatten 2006).

Ökad tillrinning

En ökad grundvattenbildning under höst, vinter och vår kommer att minska halten lösta ämnen i vattnet för de enskilda dricksvattenbrunnarna. Detta är positivt då det leder till en förbättrad vattenkvalitet (Svenskt Vatten 2007).

Höjd havsnivå och saltvatteninträngning

Om havsnivån stiger mer än landhöjningen ökar risken för saltvatteninträngning i Mälaren. Under sommaren, med en kraftigt minskad tillrinning, kommer Mälarens vattennivå att vara lägre än dagens nivåer (om inte Slussen byggs om). Vid en höjning av havsnivån på 1 meter sker så stora saltvatteninträngningar att stor risk föreligger att Mälaren ej kan användas som råvattentäkt. Det finns idag ingen reservvattentäkt som kan ersätta Mälaren om vattnet blir otjänligt. Botkyrka med sina stora grundvattenmagasin i grusåsarna kan bli en viktigare del av dricksvattenförsörjningen i regionen.

Det finns risk för sjunkande grundvattennivåer och saltvatteninträngning i Sibble, Kagghamra fritidshusområde, Kungsdalen, Gettryggen och Sandviksområdet. Det största problemet är ökad inflyttning av åretruntboende till kommunens fritidshusområden. Med en höjd havsnivå kommer dessa problem säkerligen att förvärras (Botkyrka, 2008 & Svenskt Vatten 2007).

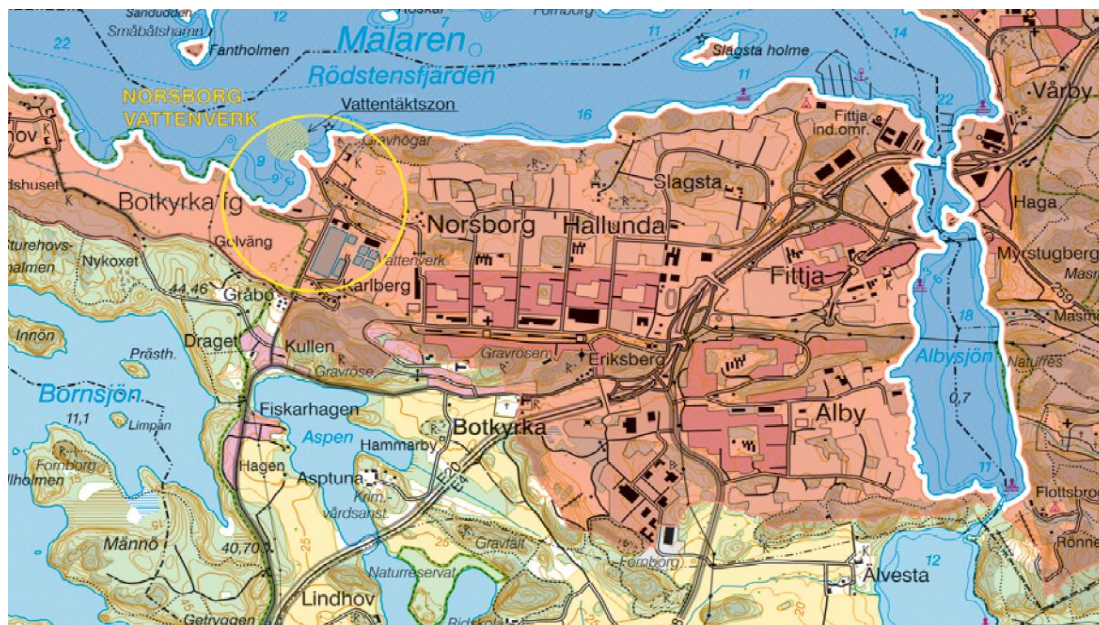
Ökade humushalter och algblooming

De senaste 10 åren har det funnits en ökande trend för organiskt material i dricksvattnet från Mälaren. En ökad tillrinning, fler skyfall, översvämningar och högre temperaturer kommer sannolikt leda till att trenden med ökad algblooming och humshalter håller i sig och antagligen förvärras. Om halterna fortsätter öka kommer dricksvattnet att närma sig gränsvärdet för organiskt innehåll, då organiskt material inte längre kan renas tillfredsställande i Norsborgs vattenverk (Abrahamsson, 2004).

Ökade risker för föroreningar

Vid skyfall och översvämningar är risken påtaglig att förorenat vatten hamnar i vattentäktens tillrinningsområde.

Figur 14. Östra Mälarens vattenskyddsområde



Källa: Länsstyrelsen Stockholm, 2010

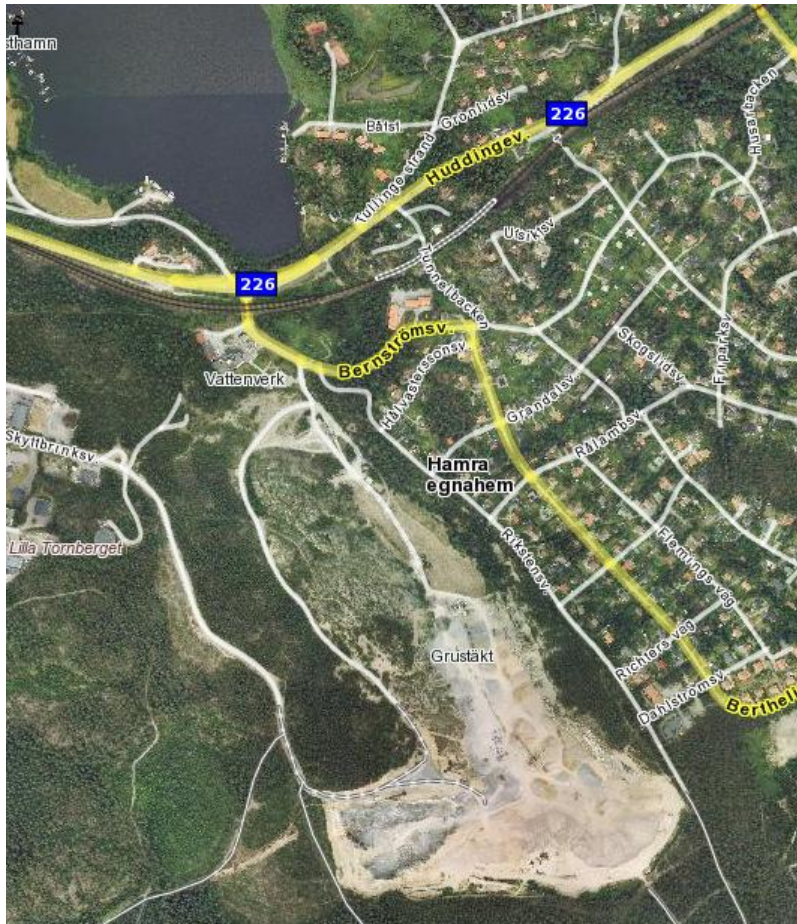
I norra Botkyrka är hela sträckan längs Mälaren och Albysjön skyddad av östra Mälarens vattenskyddsområde, se figur 14. Området är dock utsatt för översvämningsrisk. Hamnen i norra Fittja, Fittja industriområde och industriområden i Alby är utsatta för de största riskerna. Flera förorenade områden⁹ finns i översvämningshotade arealer.

Området runt Tullinge vattenverk är skyddsområde för vatten och det är ett viktigt grundvattenbildningsområde, se figur 15. I området finns dock flera områden som är skadade av föroreningar¹⁰. Om dessa områden innehåller miljögifter kan de orsaka permanenta skador på grundvattentäkten. Placeringen av grustäkt och bergtäkt ovanför Tullinge vattenverk i avrinningsområdet är en riskfaktor, då skyfall och översvämningar riskerar att skölja ner föroreningar från drift, hydraulolja, diesel m.m. och ge permanenta skador på grundvattnet (Botkyrka, 2010 & 2008).

⁹ Flera klass-2 föroreningar, enligt Länsstyrelsens branschkartläggning

¹⁰ Mestadels klass-3 föroreningar men även några klass-2 föroreningar, enligt Länsstyrelsens branschkartläggning

Figur 15. Tullinge vattenverk i norr och grus- och bergtäkten i söder, där grundvattnet rinner från söder till norr.



Källa: Eniro, 2010

Värmeböljor och ökad vattentemperatur

Höga vattentemperaturer i Mälaren leder till en längre period av temperaturskiktningar i vattenmassan. Det minskar omblandningen i vattnet och kan leda till syrefattigt bottenvattnet, vilket kan öka halterna av järn och mangan samt att risken för utläckage av fosfor från bottensediment ökar. Det kan leda till att råvattenintaget till Norsborgs vattenverk måste flytta till Björkfjärden alternativt investera i vattenkylning. Om grundvattentemperaturen ökar ger det en ökad risk för syrebrist i grundvattnet, vilket leder till ökande halter av järn och mangan och kräver bättre rening i Tullingeverket.

I ledningsnätet höjs dricksvattentemperaturen med ökad råvattentemperatur, vilket ökar risken för tillväxt av mikroorganismer som kan ge lukt- och smakstörningar på vattnet.

För de enskilda dricksvattenbrunnarna kan en ökad vattentemperatur leda till en ökad mängd lösta ämnen på grund av ökad vittring och snabbare jonbytesprocesser. Ökade temperaturer leder också till en minskad syrehalt vilket kan öka halter av järn, mangan samt svavelväte. Eftersom flera brunnar i Botkyrka redan har problem med förhöjda järnvärden kan det leda till otjänligt dricksvatten (Botkyrka, 2008 & Svenskt Vatten 2007).

Förslag på klimatanpassningsåtgärder

- Kommunen bör arbeta med vattenbesparande åtgärder då det finns en risk att vattenkvaliteten försämras i framtiden. Exempel på åtgärder för att minska vattenanvändandet är att byta ut vattenanvändande vitvaror i kommunala hus och att vattentaxan har en struktur som stimulerar sparande.
- Kommunen bör verka för att förbättra råvattenskyddet för att därmed minska riskerna för att föroreningar hamnar i dricksvattentäkter. Kommunen bör även verka för att åtgärder vidtas för att undersöka om dagens gränser för vattenskydd är tillräckliga.
- Kommunen bör se över vattenledningsnätet och reparera och förstärka där det behövs eftersom nätet kommer att utsättas för större påfrestningar i form av ökade flöden i marken, översvämningar, ras, skred och erosion. Vid ny- och ombyggnation bör hänsyn tas till ökade vattenflöden i marken.
- Kommunen bör tillsammans med Stockholm Vatten lokalisera och undersöka alternativa vattentäkter, att använda som reservvattentäkter, då Mälarens vatten riskerar att tidvis bli otjänligt i framtiden.
- I södra Botkyrka är hushållen beroende av enskilda brunnar för sin dricksvattenförsörjning. Kommunen bör uppmana fastighetsägare att regelbundet få sitt brunnsvatten analyserat eftersom ett varmare och blötare klimat riskerar att försämra dricksvattenkvaliteten.
- Grundvattnet i fritidsområdena i södra Botkyrka utsätts redan idag för påfrestningar när flera områden blir permanentboende, med större vattenförbrukning. Kommunen bör begränsa inflyttning till områden som redan idag riskerar vattenbrist, på grund av saltvatteninträngning i enskilda brunnar, då riskerna väntas öka med torrare somrar och högre havsnivå.

4.4 Dagvatten- och avloppssystem

"Avloppssystemen kommer att belastas kraftigt i ett förändrat klimat på grund av ökade regnmängder och en omfördelning av regn till höst, vinter och vår när avdunstningen är låg och marken är vattenmättad. Extrema skyfall innebär att ledningarna blir överbelastade. Riskerna för bakåtskrämmande vatten med källaröversvämningar som följd ökar, liksom bräddning av avloppsvatten med åtföljande hälsorisker." (Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007)

Tabell 13. Dagvatten- och avloppssystem

Känsliga klimatfaktorer	Systemtyper
Intensiva kortvariga regn	Kombinerat system
Ökad nederbörd höst, vinter och vår	Bräddavlopp
Höga vattenstånd hav / sjöar	Duplikat system
	Separat system ¹¹
	Pumpstationer

Källa: Bilaga B16, Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007

Systembeskrivning

Av hushållen i Botkyrka kommun är 97 % anslutna till det kommunala avloppsnätet. Allt kommunalt anslutet spillvatten går till SYVAB: s avloppstunnel för transport till avloppsreningsverket vid Himmerfjärden.

Botkyrka har en dagvattenstrategi som rekommenderar att vid nybyggnad och ombyggnad ska dagvattenhanteringen ses över. Idag är 75 % av avloppssystemen utbyggda med ett särskilt ledningsnät för avledning av dagvatten. Oftast avleds dagvattnet till närmaste vattendrag. Vid Tullingesjöns södra del finns två anläggningar för rening av dagvatten. .

Intensiva kortvariga regn

Ökningen av intensiva regn i Botkyrka kommun kan leda till översvämningar och bräddning i dagvattensystemet och i kombinerade system även i avloppssystemet. I topografiska sänkor med hög faktor hårdgjorda ytor skulle dessa problem kunna vara som störst. Sådana problemområden skulle kunna vara området norr om Norsborgs tunnelbanestation. Det är en stor sänka med hårdgjorda ytor som inte tillåter infiltration av skyfall. Området norr om Tumba pendeltågsstation är ett liknande område med hårdgjorda ytor som också ligger i en depression i landskapet och löper ökade risker för översvämning och bräddning i systemen vid skyfall. Se bild 6.

¹¹ Med lokalt omhändertagande och fördröjning

Bild 6. Norsborg, en topografisk sänka med mycket hårdgjorda ytor som riskerar att översvämmas vid skyfall



Källa: Eniro, 2010

Ökad nederbörd höst, vinter och vår

Långvariga regn under de årstider som har låg avdunstning och vattenmättad mark, d.v.s. vinter, vår och höst, ger mycket stora vattenvolymer som ska hanteras. I SYVAB: s reningsverk finns en pump som pumpar upp vattnet till reningsverket. Idag bedöms pumpen vara underdimensionerad vid stora flöden. Detta problem kommer att bli mer akut i framtiden med ökad nederbörd. Det som skulle kunna hända är att pumpen överbelastas och slutar fungera vid långvariga och höga flöden, vilket skulle innebära att ledningsröret till verket skulle fyllas upp och brott skulle kunna inträffa i rörets lägsta punkt då trycket skulle bli för stort. SYVAB har under våren 2010 startat en utredning.

Figur 16. Mycket höga vattennivåer med dämnda servisledningar och översvämmade källare



Källa: Bilaga 16, Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007

Höga vattenstånd hav/sjöar

Då dagvatten avleds direkt till recipienter, vattendrag, kan man vid höga vattenstånd riskera översvämning av bebyggelse. Om de mottagande vattendragen har ett högt vattenstånd är risken att de dämmer utloppen. Avledningen av dagvatten blir sämre om recipienten dämmer längre in i dagvattensystemet. Risken för återsvämning i brädd- och nödavlopp ökar. Se figur 16.

I södra Botkyrka ligger SYVAB:s reningsverk Himmerfjärdsverket¹² som renar avloppsvatten från Botkyrka och flera kommuner runt Botkyrka. Vid en 100-års nivå i Mälaren kommer flödesbelastningen i avloppstunnlarna, som leder vatten från norra Botkyrka till södra Botkyrka, att öka. Risken för bräddning kommer också vara överhängande. Vid en dimensionerande nivå kommer avloppstunnlarna fyllas med sjövattnet vilket gör att allt avloppsvatten från norra Botkyrka bräddas ut vid Albysjön, relativt nära råvattenintaget för Norsborgsvattenverk (Stockholm Vatten, 2006).

Riskområden för översvämning av spill- och dagvattensystem i Botkyrka är södra Tullingesjön. På västra sidan ligger Tumbaån, som kommer svämma över vid både 100-års nivå och dimensionerande nivå. I marken i området ligger spillledningarna vilka riskerar att skadas i samband med översvämning. Kvarnsjön rinner ut i Tumbaån genom en kulvert som passerar Tumbabruk. Om vattennivån i Kvarnsjön stiger samtidigt som vattennivån i Mälaren stiger och dämmer upp i Tumbaån så riskeras allvarliga konsekvenser. Området norr om Tumbas pendeltågsstation är dessutom ett låglänt område där vatten inte har någon möjlighet att rinna undan och marken blir snabbt vattenmättad. Brott i kulverten skulle kunna ge mycket stora skador på bebyggelse, vägar och ledningsnät.

Östra sidan av Tullingesjön, ett område med risk för ras- och skred redan i dagsläget, är översvämningshotat. Längs hela västra stranden av Albysjön finns översvämnings-, erosion-, ras- och skredrisk. I det utsatta området ligger spill- och dagvattenledningar vilka riskeras att skadas. En ombyggnation av Slussen minskar riskerna.

Förslag på klimatanpassningsåtgärder

- Kommunen bör inventera kulverten mellan Kvarnsjön och Tumbaån då den kan vara en kritisk punkt vid stora flöden. Undersök om alternativa lösningar finns för att transportera vattnet.
- Kommunen bör arbeta med lokal och långsiktigt hållbar dagvattenhantering för att minimera de avledda dagvattenflödena, behålla grundvattenbalansen och göra bebyggelseområden tåligare mot kraftig nederbörd, t.ex. grönytor eller lokala dammar.
- Kommunen bör överväga att valla in och pumpa dag- och dränvatten på vissa lågt belägna bebyggelseområden, vilka är utsatta för en betydande och ökande översvämningsrisk.
- Kommunen bör i områden där det finns mycket hårdgjorda ytor anordna system för vattnet att rinna i vid mycket kraftigt regn så att det inte orsakar skador på bebyggelsen.
- Kommunen har en dagvattenpolicy vilken bör implementeras vid all ny- och ombyggnad.
- Verka för att SYVAB noggrant utreder risksituationen för avloppstunneln och genomför nödvändiga skyddsåtgärder.

¹² Botkyrka är delägare i reningsverket

5. Konsekvenser på kommunikationer i Botkyrka kommun

5.1 Vägar

"Konsekvenserna för vägnäten av klimatförändringar kommer att bli betydande. Den ökande nederbörden och ökade flöden innebär översvämningar, bortspolning av vägar och vägbankar, skadade broar samt ökade risker för ras, skred och erosion. En ökad temperatur innebär att skador förskjuts från tjälrelaterade till värme- och vattenbelastningsrelaterade samt minskade underhållskostnader för betongbroar." (Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007)

Tabell 14. Vägar

Känsliga klimatfaktorer	Systemtyper
Kraftig nederbörd	Väg ¹³
Långvarig nederbörd	Broar
Höga flöden	Tunnlar
Ökade havsnivåer	Färjor
Isbeläggning	Drift och underhåll
Nollgenomgångar	
Ökade temperatur	

Källa: Bilaga 1, Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007

Systembeskrivning

Vägnätet i Botkyrka kommun är uppbyggd kring två större vägar, E4/E20 och väg 226. Resandet är mest inriktat mot Stockholm men viss pendling sker även till Södertäljeområdet. Den enda tvärförbindelsen mellan E4/E20 och väg 226 som finns i kommunen är Hågbyleden, väg 258 (Botkyrka kommun, 2010).

Kraftig nederbörd

Förekomsten av lokala intensiva kortvariga regn kommer att öka i stort sett i hela landet. Kraftig nederbörd kan leda till överspolning och bortspolning av vägar eller delar av vägar på grund av erosion. Skador kan uppstå vid korsande trummor om de inte är dimensionerade för stora vattenmassor och vatten däms upp i diken. Störst risk för dämningar blir det om vägen ligger i anknytning till en sänka i landskapet där nederbörd som inte hinner infiltrera samlas. Mellan Hallunda och Fittja löper en sådan sänka i landskapet över E4/E20 Södertäljevägen.

Långvarig nederbörd

Långvariga regn höjer grundvattenytan och ger förhöjda porvattentryck vilket minskar stabiliteten hos naturliga slänter och kan leda till ras och skred. Vid Tullingesjöns sydöstra spets finns ett område som enligt den översiktliga stabilitetskarteringen bedöms ligga i farozonen (stabilitetsklass 1 och 2)¹⁴ för ras- och skred. Erosion förekommer vid vattendraget som går genom området och det finns en viss översvämningrisk. Dessa faktorer tillsammans med ökad nederbörd kommer i än högre grad öka risken för ras och skred i området och Huddingevägen kan drabbas. Tullinge strand, vilken löper risk för ras och skred redan i dagsläget, är också en väg som kommer utsättas för ökad ras- och skredrisk på grund av ökad frekvens långvarig nederbörd. I korsningen mellan väg 225 och väg 257, även detta ett område där det redan i dagens klimat föreligger ras- och skredrisk, kommer

¹³ Väg omfattar beläggning, överbyggnad, undergrund och trummor

¹⁴ Stabilitetsklass 1 innebär störst risk för ras och skred

en ökad nederbörd medföra tilltagande risker. Se figur 17. En del stabiliseringsåtgärder har redan vidtagits i området (Nordlander, Löfling och Andersson, 2007 & SGI, 2005 & Räddningsverket, 1995).

Bild 7. Huddingevägen samt pendeltågsspåret i södra Tullinge



Källa: Eniro, 2010

Höga flöden och vattennivåer

Den mest sårbara punkten i Botkyrkas vägsystem för översvämningar är bron för Södertäljevägen E20 mellan Vårby och Fittja, se bild 8. Redan vid ett 100-års flöde riskeras den att översvämmas och vid ett dimensionerat flöde blir konsekvenserna ännu värre, vilket skulle orsaka stora störningar i trafiken. Utöver konsekvenser för trafiken innebär översvämningar av vägar även risk för personskador samt ett ökat underhållsbehov på grund av bärighetsskador. Även gång och cykeltunnlar i området skulle drabbas vid en översvämning. Om Slussen får en större avbördningskapacitet minskar risken avsevärt för översvämning. I södra delen av Tullingesjön riskeras Ävägen och Tullinge Strand att drabbas av omfattande skador vid både 100-års och dimensionerande nivåer om inte Slussen byggs om.

Höga flöden vid bron mellan Vårby och Alby riskerar att spola bort vägbanken och kan medföra att bron förskjuts i sidled. Höga flöden ökar också erosionsrisken och minskar stabiliteten i slänterna vid vattendrag. Tumbaån är en riskfaktor då den riskerar översvämning vid 100-års och dimensionerande flöde redan i dagsläget. Skredrisken kan öka vid Ävägen i samband med att vatten sjunker undan, på grund av porttrycksförändringar (Nordlander, Löfling, och Andersson, 2007).

Bilfärjan mellan Fittja och Ekerö kommer påverkas av en dimensionerande och eventuellt också av en 100-års nivå, såvida inte Slussen byggs om.

Ökade havsnivåer

I södra Botkyrka kommun är det mest små partier av mindre vägar som riskeras att översvämmas av en förväntad framtida havsnivåhöjning. Bilfärjan i över Skanssundet i södra Botkyrka riskerar inte att översvämmas varken av dagens högvatten eller av det förväntade högvattnet år 2100.

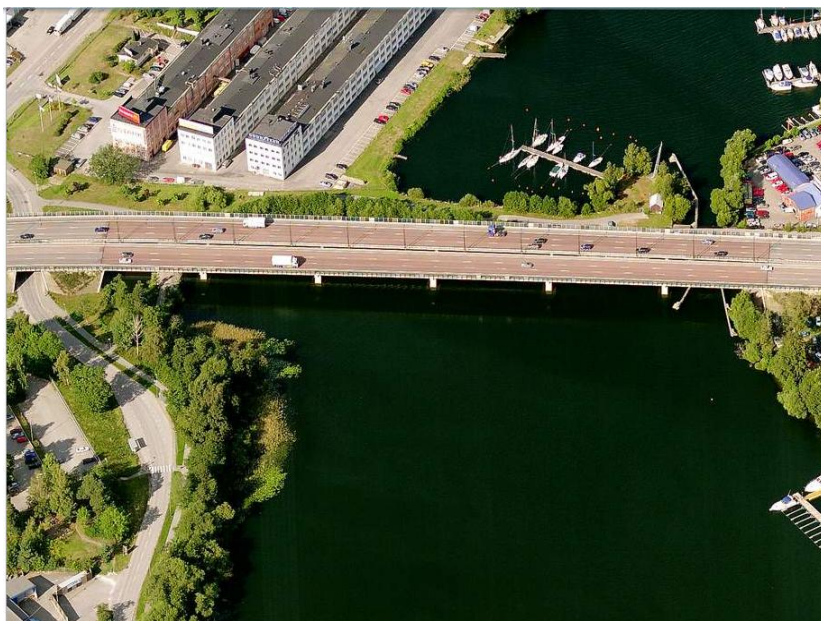
Isbeläggning och nollgenomgångar

Antalet nollgenomgångar kommer att minska, vilket medför mindre isbeläggning som i sin tur medför minskat behov av vägsalt som sliter på betongbroar.

Ökade temperaturer

Ökade temperaturer ger minskat tjäldjup, vilket medför konsekvenser för vägöverbyggnad och vägbeläggning. En kortare tjälad period ger minskade deformationer i över- och underbyggnad och kan minska slitaget på beläggningen. Spårbildningen, långsgående ojämnheter som orsakas av trafiken och kan bero på otillräcklig bärighet eller hög vattenkvot i underlag, bedöms öka på grund av högre temperaturer och grundvattennivåer. En ökade temperature medför mer nederbörd i form av regn istället för snö, vilket kan innebära minskande vinterunderhållskostnader.

Bild 8. Södertäljevägen E20, bron mellan Vårby och Fittja sedd söderifrån.



Källa: Eniro, 2010

Förlsag på klimatanpassningsåtgärder

- Kommunen bör tillsammans med Trafikverket inventera Botkyrkas vägtrummor för att avgöra huruvida dessa är dimensionerade för den förväntade ökade mängden nederbörd. Inventeringen är nödvändig för att kunna avgöra hur stor risken är för översvämningar och skador på vägar.
- Kommunen bör tillsammans med Trafikverket inventera huruvida mindre broar i kommunen kommer översvämmas av dimensionerade flöden.

- Kommunen bör inventera känsliga slänter och översvämningshotade vägar där det föreligger risk för ras och skred, t.ex. områdena vid Ävägen och Tullinge strand. Då riskerna för erosion, ras och skred beräknas öka och är starkt sammankopplade till ökade vattenmängder bör förstärkningsarbeten övervägas vid känsliga vägparter.
- Kommunen bör i samband med planering av ombyggnad och nybyggnad av vägar ta hänsyn till klimatförändringar. För vägar innebär det exempelvis att man ökar dimensioneringen för avvattnings- och erosionsrisken, gör en översyn av dimensioneringskrav för vägar avseende återkomsttider och nivåer för flöden (förslagsvis utifrån en återkomsttid på 100 år istället för 50 år), gör en översyn av krav avseende fri höjd över vatten vid ombyggnation och nyprojektering (förslagsvis utifrån en återkomsttid på 100 år istället för 50 år). Kommunen bör även verka för att vägmaterial som är mer lämpat för ett varmare och blötare klimat används vid ny- och ombyggnation.

5.2 Järnvägar

"Klimatförändringarna kan allvarligt påverka järnvägsnätet. Större nederbörds mängder och intensivare nederbörd innebär översvämningar, genomspolning av bankonstruktioner med risk för åtföljande ras och skred. Ökade flöden ger ökad risk för erosion vid brostöd och anslutande bankar. Den ökade temperaturen under vinter minskar risken för rälsbrott, medan den under sommaren innebär ökat underhåll. Kraftigare vindar och ökade risker för stormfällning av skog ger konsekvenser för kraftmatningen." (Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007)

Tabell 15. Järnvägar

<i>Känsliga klimatfaktorer</i>	<i>Systemtyper</i>
Kraftig nederbörd	Spår
Långvarig nederbörd	Ballast
Höga flöden	Banunderbyggnad
Ökade havsnivåer	Undergrund
Isbeläggning	Trummor
Nollgenomgångar	Växlar
Ökade temperatur	Avvattningsanläggningar
Ökad byvind	Broar
	Tunnlar
	Kraftmatning
	Kablar
	Signalsystem
	Kontaktledningar
	Stödmurar

Källa: Bilaga 2, Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007

Systembeskrivning

Den spårbundna trafiken i Botkyrka består av tunnelbana, fjärrtåg och pendeltåg. Tunnelbanan leder till de norra tätortsdelarna Fittja, Alby, Hallunda och Norsborg. Pendeltåget går genom tätorterna Tullinge och Tumba. Fjärrtågen, både gods- och persontrafik, passerar genom kommunen utan att stanna (Botkyrka, 2010).

Kraftig och långvarig nederbörd

Mer nederbörd kan medföra ökad risk för kraftig infiltration, vilket kan leda till erosion av ballast och banunderbyggnad, och därmed minskad bärighet. Ras- och skredrisken ökar vid plötsliga stora flöden. Pendelspåret vid sydöstra änden av Tullingesjön ligger redan idag på ras- och skredklassad mark och med längre och kraftigare nederbörd ökar risken för ras- och skred.

En ökad frekvens av kraftig och långvarig nederbörd kan ge ökade flöden i schakt och tunnelsystem, vilket bl.a. kan drabba den nya tunnelbanedepån som planeras att byggas under mark vid Norsborgs tunnelbanestation (Svensson m.fl. 2007).

Höga flöden och vattennivåer

Järnvägarna kommer inte att påverkas direkt av översvämningar av Mälaren, varken idag eller i ett framtida klimat. Höga flöden kan dock orsaka genomspolning av bankroppen och ras och skred. Höga nivåer i Mälaren kan orsaka ökad risk för skador på landfästen, mellanstöd och anslutande bankar vid tunnelbanebron över Albysjön (Svensson m.fl. 2007).

Ökade havsnivåer

Då ingen järnväg löper nära Östersjön södra delarna av Botkyrka kommer havsnivåhöjningen inte påverka den spårbundna trafiken.

Isbeläggning och nollgenomgångar

Isbeläggning och nollgenomgångar väntas minska vilket innebär minskat underhållsbehov för växlar och minskad nedisning av kontaktledningarna.

Ökade temperaturer

När temperaturen stiger så ökar risken för solkurvor, d.v.s. deformerad räls i ett järnvägsspår som uppstår vid hög temperatur då rälsen utvidgas. Den högre temperaturen kan också innebära mer lövinslag och därmed risk för mer lövhalka och sämre infiltration. Detta medför ökade underhållskostnader, då avrinningsanläggningarna måste hållas fria från löv. Högre temperaturer innebär även att risken för rälsbrott minskar (Svensson m.fl. 2007).

Förslag på klimatanpassningsåtgärder

- Kommunen bör uppmana Trafikverket och SL att minska riskerna med lövhalka och nedfallande träd över järnvägsledningarna genom att träden nära järnvägs- och tunnelbanespår gallras.
- Kommunen bör uppmana SL att vid planeringen av den nya tunnelbanedepån i Norsborg ta särskild hänsyn till ökade vattenflöden i marken. En grundlig geologisk och hydrologisk undersökning bör genomföras då inläckande vatten i tunneln kan bli ett problem.
- Kommunen bör uppmana SL att undersöka erosionsrisken vid tunnelbanebron över Albysjön och vidta åtgärder om risk föreligger.

5.3 Sjöfart

"Sjöfarten påverkas inte i någon större utsträckning av klimatförändringarna. En minskad förekomst havsis, både vad gäller säsong och utbredning, är positiv för sjöfarten. Ett högre vattenstånd kan påverka hamnverksamheten negativt längs Sveriges sydligaste kuster. En eventuell ökning av extrema vindar skulle kunna medföra problem för sjöfarten" (Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007).

Tabell 15. Sjöfart

Känsliga klimatfaktorer	Systemtyper
Vattenstånd	Hamnar
Vindförhållanden	Farleder, kanaler
Isförhållanden	Isbrytning
	Sjögeografisk, sjötrafikinformation
	Lotsning
	Sjöräddning
	Sjöfartsinspektion
	Rederinäring, underleverantörer, serviceföretag

Källa: Bilaga 3, Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007

Systembeskrivning

Två bilfärjor används i Botkyrka, färjan mellan Slagsta och Ekerö i norra Botkyrka och i södra Botkyrka färjan mellan Skansundet och Mörkö. Flera småbåtshamnar ligger i kommunen (Botkyrka, 2010).

Vattenstånd

I framtiden väntas nederbörden under sommarperioden minska vilket kan leda till lägre vattennivåer i Mälaren. Detta kan medföra problem för sjöfarten på grund av mindre säkerhetsmarginaler för grundstötning. En ombyggnad av Slussen minskar dock riskerna för grundstötning. Slagsta färjeläge, varifrån bilfärjan till Ekerö går, ligger under dagens 100-års nivå i Mälaren. En 100-års nivå skulle antagligen medföra att verksamheten måste upphöra, eftersom färjetrafiken i regel inte fungerar om vattenståndet når över kajkrönet, se bild 9. En ombyggnad av Slussen skulle betydligt minska riskerna för översvämningar av färjläget. Småbåtshamnarna längs Mälarkusten, Albysjön och Tullingesjön riskerar översvämmas av en 100-års nivå i dagens klimat, men skulle klara sig betydligt bättre om Slussen byggs om.

Bilfärjan mellan Skansundet och Mörkö kommer inte att påverkas av högre havsvattennivåer.

Vindförhållanden

Då byvind beräknas öka med cirka 1-2 m/s till år 2100 bedöms den endast i mindre grad påverka sjöfarten.

Isförhållanden

Den förväntade minskade isbildningen skulle underlätta vintersjöfarten kring Botkyrka och minska kostnaderna för isbrytning.

Bild 9. Hamn för bilfärja och översvämningshotat industriområde i Slagsta



Källa: Eniro, 2010

Förslag på klimatanpassningsåtgärder

- Kommunen bör inventera samtliga hamnar i Botkyrka som är förorenade och/eller utsatta för översvämningsrisk. Vad gäller Småbåtshamnen i Alby bör en utförlig sårbarhetsanalys genomföras, då denna riskerar bli oanvändbar vid ett 100-års vattenstånd i Mälaren.

6. Konsekvenser hälsa

6.1 Extremtemperaturer

"Perioder med höga temperaturer blir vanligare och de högsta temperaturerna högre än i dag, vilket leder till en ökad dödlighet särskilt för sårbara grupper. Framtida värmeböljor kan bli ett betydande problem som kräver motåtgärder." (Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007)

Tabell 16. Extremtemperaturer

Känsliga klimatfaktorer	Systemtyper
Ökade temperaturer	Sårbara grupper
Långvarig hög temperatur	Utegående djur
Tropiska nätter	

Källa: Bilaga 34, Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007 & Forsberg & Rocklöv, Statens folkhälsoinstitut, 2010)

Systembeskrivning

Det är framförallt sårbara grupper¹⁵ som löper risk vid extremtemperaturer.

Ökade temperaturer, långvarig hög temperatur och tropiska nätter

Värmeböljorna i Botkyrka beräknas bli längre och inträffa oftare i framtiden. Forskning visar att höga medeldygnstemperaturer påverkar hälsan och dödligheten negativt. Vid 22-23 graders i medeldygnstemperatur som varar i minst två dygn så ökar effekten på dödligheten mer per grad än vid mindre extrema förhållanden. Värmeböljor har visat sig betydligt mer farliga än vad man tidigare trott (Forsberg & Rocklöv, Statens folkhälsoinstitut, 2010).

Temperaturen väntas öka mer på vintern än under sommaren, vilket innebär positiva effekter, en minskning av antalet köldrelaterade dödsfall och förfrysningar, hos både människor och djur.

Botkyrka kommun består till stor del av skogsmark. Varmare klimat väntas leda till en ökad frekvens av skogsbränder, både som en konsekvens av högre temperaturer och mindre nederbörd sommartid med torrare marker och att fler personer kommer att vistas i naturen för svalka.

Förslag på klimatanpassningsåtgärder

- Kommunen bör anpassa äldreboenden, servicelägenheter och rehabenheter etc. med avkylningsmöjligheter och/eller solavskärmning (markiser, trädplantering, etc.). I första hand bör man koncentrera sig på att arbeta med solavskärmning och att vid nybyggnation placera utsatta verksamheter i miljöer som erbjuder skugga.
- Kommunen bör ha en beredskapsplan för skogsbränder och allmänheten bör informeras. Det är viktigt att arbeta med information i förebyggande syfte, t.ex. hur man handskas med eld och när det råder eldningsförbud i skogsområdena.

¹⁵ Med sårbara grupper menas de som redan har en dålig hälsa eller lever i en svår situation

- Kommunen bör upprätta en handlingsplan för hur hemtjänsten kan hjälpa utsatta grupper vid en värmebölja.
- Kommunen bör verka för att sjukvården har beredskap för värmeböljor.

6.2 Smittspridning

"Ett varmare klimat med ökad nederbörd ger en ökad risk för smittspridning. Spridningsmönster för smittsamma sjukdomar kommer sannolikt att förändras och helt nya sjukdomar och sjukdomsbärare kan komma in i landet. Osäkerheten och risken för överraskningar är dock stora." (Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007)

Tabell 17. Smittspridning

Känsliga klimatfaktorer	Systemtyper
Ökade vattenflöden	Sårbara grupper
Minskade vattenflöden	Livsmedel
Översvämningar	Vatten
Högre temperatur	Vektorer
Ökad / extrem nederbörd	Värdjur
Ekosystemsförändringar	Utegående djur
Höjd vattentemperatur	

Källa: Bilaga 34, Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007

Systembeskrivning

Infektionssjukdomar sprids via dricks-, yt-, och badvatten och livsmedel, men dessutom påverkas sjukdomar som har en ekosystemsanknytning. Särskilt sårbara grupper löper risk att drabbas.

Ökade vattenflöden och översvämningar

Översvämningar på betesmarker och liknande kan leda till ökad risk för mikrobiologiska föroreningar i vattentäcker, även för klortåliga parasitära protozoer och virus. Det kan ge en ökad risk för vattenburen smitta. Översvämningar på förorenade marker ökar risken för olika typer av utsläpp som av hälsoskäl eller estetiska skäl kan påverka dricksvattnets användbarhet och i extrema fall leda till otjänligt vatten.

Vid översvämningar och ökade flöden ökar risken för ras och skred vilket kan leda till brott i ledningsnätet. Brott i dricksvattenledningarna ökar risken för att förorenat vatten tränger in i systemet.

Minskade vattenflöden

Vattnet är temperaturskiktat sommartid. Det är att föredra att råvattenintag från Mälaren sker under det så kallade spångskiktet som skydd mot ytliga föroreningar. I Mälaren kan problem med vattenintag ske om vattenståndet i Mälaren sjunker samtidigt som temperaturen är hög, då når spångskiktet ned till intagsnivån sommartid och man kan få problem med hög råvattentemperatur. Detta kan leda till mikrobiologisk tillväxt i ledningsnätet.

Högre temperaturer

Högre temperaturer kan leda till ökad risk för matfögiftning från livsmedel då kylar, frysar och transporter inte klarar att hålla föreskrivna temperaturer. Mikroorganismer tillväxer snabbt i flera livsmedel som inte förvaras kallt.

Jordbruk och svenska livsmedel behöver anpassas till en högre temperatur för att förhindra en ökning av livsmedelsburna sjukdomsfall och utbrott.

Ökad/extrem nederbörd

De största mikrobiologiska riskerna är förknippade med intag av vatten som förorenats med avföring från människor eller djur. Avföring kan innehålla sjukdomsframkallande bakterier, virus, protozoer och inälvsmaskar. Bräddning av avloppsvatten vid skyfall, dagvatten och avsköljning av betesmark vid häftig nederbörd kan medföra mikrobiologiska risker för dricksvattnet (Svenskt Vatten 2007).

Ekosystemsförändringar

Biologisk mångfald och ekosystem väntas påverkas av förändringar i klimatet. Arters utbredning begränsas av klimatet. När klimatet ändras kommer utbredningsområdena och risksåsonger av smittöverförande och pollenallergiframkallande arter också ändras.

Klimatförändringarna väntas medföra en ökad risk för infektionssjukdomar, särskilt vektorburna sjukdomar. Fästingburna sjukdomar som redan är etablerade i Sverige idag, borelia och TBE, väntas bli vanligare framöver och spridas norrut i landet. Vektorsjukdomar som finns i Europa kan också komma att spridas till Sverige.

Badsårsfebern väntas öka och livsmedels- och vattenburna sjukdomar samt infektionssjukdomar visar en förhöjd risk vid en klimatiförändring. Nya myggöverförda sjukdomar som finns i Europa kan etablera sig i Sverige. I Botkyrka kan man också förvänta sig ett ökat antal importfall av olika infektionssjukdomar då smittrycket väntas öka globalt.

Höjd vattentemperatur

Varmare temperaturer kommer leda till att badsåsongen förlängs. Vattentemperaturerna väntas också öka. De två parametrarna kan öka risken för spridning av vissa mag- och tarmbakterier, hudinfektioner och systeminfektioner. En sjukdom som redan förekommer i Sverige är badsårsfebern, vilken innebär livsfara för personer med svagare hälsa. Smittämnen för badsårsfebern tillväxer inte förrän vid vattentemperaturer över 20 grader. Risken kommer att öka sommartid för denna sjukdom fram till år 2100.

Smittämnen som kan föröka sig i dricksvatten är av speciellt intresse. En allvarlig sådan sjukdom är legionella. Med ökade temperaturer skulle riskerna kunna öka på grund av tillväxt i distributionssystem med bristfälligt renat dricksvatten.

Höjda vattentemperaturer kan medföra ökade problem med bakterietillväxt i marina arter, som till exempel musslor.

Förslag på klimatanpassningsåtgärder

- Kommunen bör för att undvika utbrott av badsårsfeber och andra sjukdomar utöka antalet provtagningar på badplatser. I planerandet av nya badplatser bör hänsyn tas till kringliggande aktiviteter och näringar och risker för översvämningar, ras och skred för att säkerställa att god vattenkvalité bibehålls.

- Kommunen bör informera näringsidkare, sjukhus och äldreboenden om vikten av hygien och kylning av livsmedel. Beredskapen bör också höjas inom vården då fler personer riskerar bli matförgiftade när röt månaden förlängs.

Bilaga 1. Some recent assessment of Sea level rise by 2100

Date	Source	Reference period	SLR about 2100 cm
January 2007	IPCC	1980 – 1999	18 – 59 (excl ice dynamics)
Autumn 2008	Dutch Delta committee	1990	55 – 120
April 2009	Rummaukainen and Källén	2009	<i>"About 1 meter in 100 years"</i>
June 2009	Ministry of Natural Resources and Environment, Vietnam	1980 – 1999	75 (65 – 100)
June 2009	UK Climate Projections science report	1980 – 1999	11,6 – 75,8 around UK and Ireland
November 2009	Copenhagen diagnosis	1980 – 1999	<i>"at least twice as much as projected by Working Group1 of the IPCC AR4"</i> <i>"it may well exceed 1 m"</i>
November 2009	NOAA	"by the end of this century"	3 – 4 foot (90 – 120 cm)
November 2009	Netherlands Environmental Assessment Agency PBL m.fl	1990	55 – 110 (40 – 105 locally for Holland)

Källa: Bergström 2010

Referenser

- Abrahamsson, Josefin. *Variation av organiskt material i vattentäkten – användbar kunskap för vattenverken?*. Seminariematerial, Stockholm Vatten 2004.
- Bergström, Sten. ”Vad händer med havsnivån i Stockholms län - vad behöver vi planera för?” SMHI, Presentation 13 april 2010.
- Bergström, Sten. Personlig kommunikation 2010-08-20
- Botkyrka kommun. *GIS-underlag m.m. för översiktlig klimat- och sårbarhetsutredning*. 2010
- Botkyrka kommun, Samhällsbyggnadsförvaltningen, Miljöenheten – Miljöövervakning *Grundvatten i Botkyrka kommun – Analyser av vatten från enskilda brunnar 1986-2006*. Rapport, 2008.
- Bäckman, Hans, Kant, Henrik, Thysell, Ulf, Moberg, Saffan. *Klimatförändringars inverkan på allmänna avloppssystem – Problembeskrivning, kostnader och åtgärdsförslag*. Underlagsrapport utarbetad för Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007.
- Eniro, <http://www.eniro.se/hjalp/flygfoto/>. 2010-09-03. Bildrättigheter Botkyrka kommun.
- Forsberg, Bertil och Rocklöv, Joacim. *Värmeböljor och dödlighet bland sårbara grupper – en svensk studie*. Statens folkhälsoinstitut rapport, 2010.
- Gode, Jenny, och Jarnehammar, Anna. *Analys av värme- och kylbehov för bygg- och fastighetssektorn i Sverige*. Underlagsrapport utarbetad för Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007.
- Hammarklint, Thomas. *Svenska havsvattenståndsserier - En klimatindikator*. SMHI, 2009.
- Klimat- och sårbarhetsutredningen. *Översvämningshot - Risker och åtgärder för Mälaren, Hjälmaren och Väneren*. SOU 2006:94. Delbetänkande, 2006.
- Klimat- och sårbarhetsutredningen. *Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter*. SOU 2007:60. Slutbetänkande, 2007.
- Lindgren, Elisabeth, Ahlbin, Ann, Andersson, Yvonne. *Hälsoeffekter av en klimatförändring i Sverige- En nationell utvärdering av hälsokonsekvenser hos människor och djur. Risker, anpassningsbehov och kostnader*. Underlagsrapport utarbetad för Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007.
- Nordlander, Håkan, Löfling, Per, och Andersson, Ove. *Vägarverkets rapport till Klimat- och sårbarhetsutredning – gruppen transporter*. Underlagsrapport utarbetad för Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007.
- Olsson, Jonas, Joel Dahné, och Johan Andreasson. *Mälaren i framtiden*. Bilaga 6 i CSPR-briefing: Stockholmsregionens anpassning till ett förändrat klimat, 2009.
- Räddningsverket. *Översiktlig stabilitetskartering Botkyrka*. Kartering, 1995.
- SGI. *GIS-skikt för stranderosion och förutsättningar för erosion i Botkyrka kommun*. Kartering 2005

SMHI, <http://www.smhi.se/klimatdata/klimatscenarier/klimatanalyser/Sveriges-lans-framtida-klimat-1.8255>. 2010-06-25

Stockholm Vatten. *Svar till Klimat- och Sårbarhetsutredningen, delpåverkan på VA-sektorn vid höga nivåer i Mälaren och Hjälmaren*. Remissvar, 2006

Stockholm Vatten. *Remissvar på remissen om "Remiss av Slutbetänkandet av Klimat och sårbarhetsutredningen (SOU 2007:60)"*. Remissvar, 2007.

Stockholms stad, Exploateringskontoret. *Information till jordbrukare kring Mälaren från Exploateringskontoret*. Informationsmaterial, 2009.

Svenskt Vatten. *Dricksvattenförsörjning i förändrat klimat*. Underlagsrapport utarbetad för Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007.

Svensson, Anders, Lidman, Erica, Ingelström, Anki, Sandhill, Erik, Karlsson, Magnus, Bergkvist Johan. *Klimat- och sårbarhetsutredning – Påverkan på järnvägssystemet*. Underlagsrapport utarbetad för Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007.

Tolstoy, Nikolaj. *Byggnader i förändrat klimat. Bebyggelsens sårbarhet för klimatiförändringar och extrema väder exkluderat översvämningar, ras och skred samt dagvatten*. Underlagsrapport utarbetad för Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007.